



עיבוד שבבי יבש (371) – Dry Milling Process

מעדכן: דצמבר 2015

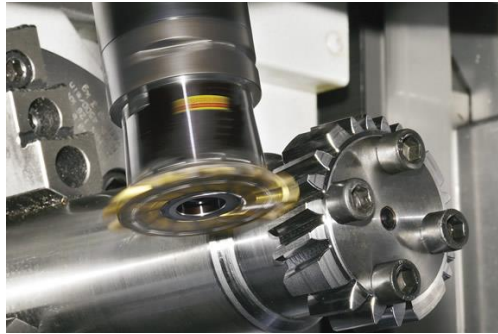
תוכן עניינים

1.....	הגדרות
2.....	החומרים המשתתפים בתהליך הנם:
2.....	שיטות עיבוד שבבי עיקריות
3.....	תאור התהליך עיבוד שבבי - חריטה
5.....	סוגים עיקריים של חומרים בהם מבוצעת חריטה
5.....	סוגים עיקריים של סכיני עיבוד
5.....	משימות עיקריות בתהליך עיבוד שבבי יבש
5.....	א. הכנת עמדת עבודה
5.....	ב. ביצוע תהליך עיבוד שבבי יבש
6.....	ג. ניקוי הציוד
6.....	גורמי סיכון עיקריים בתהליך עיבוד שבבי יבש
6.....	סיכונים בטיחותיים
6.....	פגיעה מכנית
7.....	סיכוני פגיעה מחשמל
7.....	סיכוני אש
8.....	מגע עם עצמים חמים
8.....	סיכונים גהותיים
8.....	סיכונים פסיקלים
8.....	חשיפה לרעש מזיק
9.....	חשיפה לחומרים כימיים (אבק)
10.....	גורמי סיכון פיסולוגים (היבטים ארגונומיים)
10.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
12.....	ביבליוגרפיה

הגדרות

1. עיבוד שבבי: ייצור/שינוי צורה או מידות של חלקים מוצקים באמצעות הורדת שבב מחלקים מוצקים גולמיים (חלקים מעובדים) ללא שינוי תכונות מכניות ו/או הרכב כימי של החומרים מהם עשויים החלקים המעובדים.

2. עיבוד שבבי יבש: עיבוד חלקים מוצקים במכונות שונות (לעטים רחוקות כולל גם ב-CNC) או ידנית על ידי הורדת שבב מחלק מעובד באמצעות כלי עבודה בלתי אברזיביים כגון: מקדח, סכין, כרסומת [1]. קבוצת תהליכי עיבוד שבבי יבש כוללת: קידוח, כרסום, הברזה, חריטה וכו'. התהליך מתבצע ללא שימוש בחומרים נוספים. ראה איורים מס' 1 ומס' 2.



איור מס' 1 תהליך עיבוד שבבי במכונת כרסום http://www.ctemag.com/aa_pages/2013/130203-Milling.html



איור מס' 2 תהליך עיבוד שבבי ידני - <http://www.finewoodworking.com/how-to/article/how-to-break-an-edge.aspx>

החומרים המשתתפים בתהליך הגם:

- חלקים מעובדים (מתכות, עץ, פולימרים)
- כלים מעבדים העשויים בדרך כלל מסוגים שונים של מתכות כגון פלדה מיוחדת, מתכת קשה (מתק"ש) וכו'.

שיטות עיבוד שבבי עיקריות

הכוחות, התנועות והמהירויות השונות הנדרשות לביצוע תהליך עיבוד שבבי, מסופקים על ידי מגוון רב של מכונות, בהתאם לצורת המוצר, גודלו והדרישות הייחודיות של העיבוד.

1. חריטה

עיבוד חלקים תוך כדי תנועה סיבובית של החלק הנחרט, באמצעות כלים, כגון סכינים.

2. כרסום

עיבוד פני שטח של חלקים הנעשה על ידי תנועה יחסית של כלי עבודה מסתובב (כרסום), והחלק המעובד.

3. קידוח

קדיחת חורים בחלק המעובד ועיבוד החורים תוך כדי תנועה סיבובית של כלי העיבוד בדרך כלל.

4. ניסור

חיתוך/ניסור של חלק מעובד באמצעות דסקיות או מסורים.

5. הברזה

יצירת תבריג (מערכת חריצים סלולים) פנימי או חיצוני בחלק המעובד, באמצעות שיטות מכניות שונות.

תיאור תהליך עיבוד שבבי - חריטה

חריטה מתבצעת עקב תנועה יחסית בין סכין החריטה, לבין העובד. מקורן של התנועות ומידת דיוקן נקבע באמצעות המכונה – מחרטה, המקשרת בין הכלי והעובד. למחרטה ישנן תנועות אופייניות:

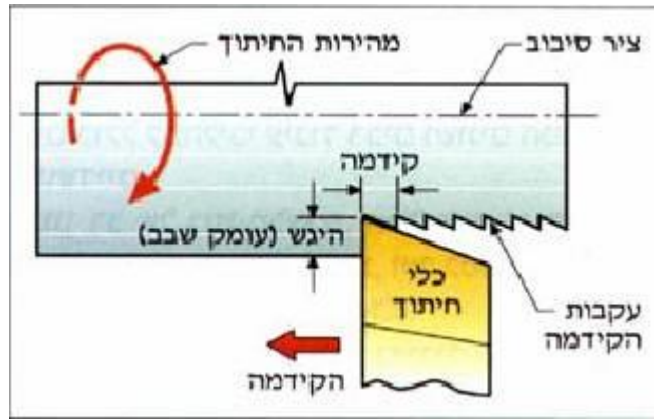
א. תנועת החיתוך – הינה תנועה סיבובית המוקנית לעובד בשילוב עם תנועה רדיאלית של כלי העיבוד (בניצב לציר של תנועה סיבובית) במשך כל זמן פעולת השיבוב. תנועת החיתוך מוגדרת על ידי אחד משני הגדלים הבאים:

- מהירות החיתוך (מ"ר/דקה).
- מהירות סיבובית (סל"ד).

ב. תנועת הקידמה – הינה תנועת התקדמות קצובה ורצופה של כלי החיתוך לכל סיבוב של העובד. בחריטה גלילית, זו תנועת הסכין לאורך החלק, ואילו בחריטת מצח זו תנועת הסכין לכיוון מרכז העובד.

ג. תנועת ההיגש – הינה התנועה המחדירה את כלי החיתוך לתוך העובד. בחריטה גלילית זו תנועה רדיאלית ובחריטה מצח זו תנועה צרית [2].

באור 3 מוצג הסבר סכמתי של תנועות אלו. [\[לסרט הדגמה חלץ פה\]](#).



איור 3. פרמטרים של עיבוד שבבי בתהליך חריטה [נלקח מ - איציקובסקי, ש.: בטיחות במכונות לעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1994].

קיים מגוון רב של מחרטות. הסוגים העיקריים הם:

- א. מחרטות קונבנציונליות – המופעלות ידנית. הדבר המאפיין מחרטות אלה הוא, כי כל תנועות המכונה, טעינה ופריקה של העובד והכלים, פינוי השבבים וכו', נשלטות, מבוקרות ומתבצעות על ידי מפעיל המכונה, האמור להימצא באופן קבוע על יד המכונה בעת פעולתה.
- ב. מחרטות (CNC) עם בקרה ספרתית ממוחשבת (Computer Numerical Control) המופעלות באופן אוטומטי תוך השגחתו של העובד.
- ג. מחרטות חצי אוטומטיות בהן השלבים של העיבוד נעשים באופן אוטומטי למעט הזנת חלקים למכונה והוצאתם לאחר העיבוד.
- ד. מחרטות אוטומטיות בהן כל תהליך מתבצע באופן אוטומטי. בדרך כלל החומר הגולמי בחריטה אוטומטית הוא בצורת מוטות [3].



איור 2. מחרטת CNC. [לקוח מ- Complete Machine Tools Pty. Ltd., Australia].

סוגים עיקריים של חומרים בהם מבוצעת חריטה

חריטה נעשית במתכות שונות לדוגמה פלדה רגילה, פלדה אל-חלד, פלדה מגולוונת ומתכות אל-ברזיליות כדוגמת אלומיניום.

כמו כן חריטה נעשית בסוגים שונים של עצים (אורן, מקהוני, אלון וכו'), וסוגים שונים של פולימרים (PVC, פוליפרופילן, פוליקרבונאט).

סוגים עיקריים של סכיני עיבוד

הסכינים בדרך כלל עשויות מסגסוגת של מתכות קשות לצורך שימוש בעיבוד מתכות ו/או פלדות מיוחדות לעיבוד עצים או פולימרים.

כפי שצוין באתר של חברת ישקר היצרן הגדול בענף כלי חיתוך, סכינים עלולים להכיל מתכות כגון טונגסטן, קובלט, ניקל, כרום, ברזל, ונדיום וכו'.

משימות עיקריות בתהליך עיבוד שבבי יבש

א. הכנת עמדת עבודה

ארגון עמדת העבודה לרבות הבאת חלקים: חומרים, כלי העבודה הנדרשים, ציוד מגן אישי תקני ותקין (למשל מגני שמיעה, משקפי מגן וכו'). תהליך הבאת העובדים מבוצע לעיתים תוך שימוש באביזרים וציוד הרמה או שינוע.

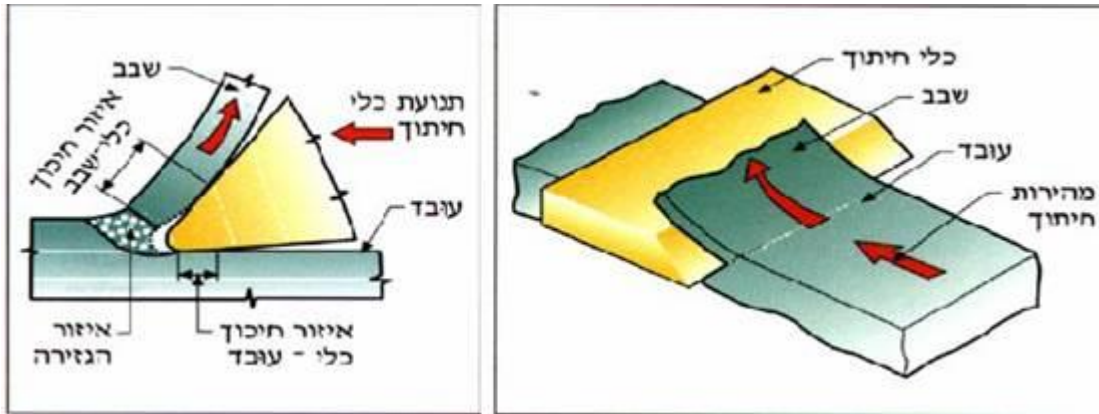
עיין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 ותקנות הבטיחות בעבודה הרלוונטיות.

הכנת החלקים כוללת בדרך כלל ביצוע איפוס (Set up) למכונה, הזנה וחיזוק של החלק המעובד (חלק גולמי) בתוך המכונה.

ב. ביצוע תהליך עיבוד שבבי יבש

עיבוד שבבי נעשה תוך כדי תנועה יחסית של כלי העיבוד/החיתוך והחלק המעובד (עוֹבֵד). הסרת השבבים נעשית על ידי חדירת להב חד (אחד או יותר) של כלי החיתוך בחלק הגולמי ותנועה יחסית בין הלהב והחומר. כוחות הגזירה הנוצרים גורמים להפרדה בין החלק המעובד לבין השבב.

תהליך הפרדת השבב מתבצע בשלושה שלבים: בשלב הראשון מתרחש עם כניסת כלי החיתוך לתוך חומר העובד (מתרחשת דפורמציה אלסטית). בשלב השני עם המשך הפעולה של דחיקת כלי החיתוך לתוך החומר, הכוחות מתגברים והדפורמציה האלסטית מתקדמת והופכת לדפורמציה פלסטית. בשלב שלישי עם המשך עליית הכוח נגזר החומר בצורת שבב. באיור 4 מוצג העוֹבֵד אשר ממנו מוסרים שבבים ובאיור 5 מוצג תרשים של אזורי החיתוך וגזירה במהלך העיבוד השבבי.



איור 4. גזרת השנב בעיבוד שבבי איור 5. אזורי חיתוך וגזירה במהלך עיבוד שבבי.

[האיורים נלקחו מ- איציקובסקי, ש.: בטיחות במכונות לעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1994].

ג. ניקוי הציוד

בסיום תהליך עיבוד שבבי, יש לנקות את עמדת העבודה ולהסיר את השבבים ואי-הניקיונות שהצטברו במכונה. כמו כן יש לטאטא את הרצפה סביב המכונה ולפנות את הלכלוך.

גורמי סיכון עיקריים בתהליך עיבוד שבבי יבש

סיכונים בטיחותיים

פגיעה מכנית

זיהוי:

א. פגיעה באברי הגוף כתוצאה משבבי מתכת או עץ העפים תוך כדי ביצוע עיבוד שבבי יבש.

ב. פגיעה מחלקים חדים שבמכונת עיבוד שבבי.

בקרה:

א. על העובד להצטייד ולהשתמש בצידמגן אישי לשם הגנה על חלקי גופו, כולל הרכבת משקפי מגן, נעילת נעלים סגורות או מגפיים בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997. השימוש בכפפות ייעשה רק בעת אחזקת עץ אך לא בעת הפעלת מכשור העיבוד השבבי [4].

ב. אין ללבוש בגדים רופפים ואין לענווד תכשיטים העלולים להיתפס בחלקי המכשור המופעל.

ג. על העובד והאנשים המצויים בסביבתו להקפיד על תקינות הציוד והמכשור וכן על ניקיון עמדת העבודה.

ד. אין לבצע פעולות אחזקה ותיקון כאשר המכונה מופעלת.

ה. יש לשמור מרחק מהמכונה המופעלת וכן אין לעשות פעולות ותנוחות לא נכונות עם הידיים העלולות לגרום לפציעת היד בכלי חיתוך של המכונה [5].

סיכוני פגיעה מחשמל

זיהוי:

העובד עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות הנובעת משימוש בציוד חשמלי לא תקין בשעת ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש. כמו כן העובד עלול להתחשמל כתוצאה מחוסר הארקה או מפגיעת ברק.

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

בקרה:

א. לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות בעבודות עיבוד שבבי יבש בו נעשה שימוש בחשמל יש להשתמש בציוד חשמלי תקני, תקין ובדוק בהתאם לחוק החשמל, תשי"ד – 1954; ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990.

ב. הציוד החשמלי ייבדק תקופתית על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.

סיכוני אש

זיהוי:

סיכונים הקשורים בהתלקחות ואף התפוצצות עקב חיכוך פנימי וחיכוך באזור יצירת שבב של מוצק דליק (למשל מגנזיום).

בקרה:

א. ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש באזורים מאווררים היטב בכדי למנוע הצטברות של שבבים של מתכות דליקות באזור העבודה.

ב. הרחקת מקורות חום, אש, הצתה בעת ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש. לחלופין תבוצענה עבודות עיבוד שבבי יבש באזור עבודה בו מערכות החשמל והתאורה מותאמות לאווירה נפוצה לפי תקן ישראלי 60079 ו-NFPA 497 [6,7].

ג. מיקום אמצעי כיבוי אש חייבים בסמוך לאזור ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש.

ד. הקפדה על איסוף שבבים בתום העבודה ופינויים מהמקום.

מגע עם עצמים חמים

זיהוי:

העובד עלול להיפגע מכוויות כתוצאה ממגע עם חלקי מכשור חמים של העיבוד השבבי הנוצר כתוצאה מחיכוך פנימי וחיכוך באזור יצירת השבב 3.

בקרה:

- א. הפרדה של אזור עיבוד שבבי משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקים העוברים עיבוד שבבי.
- ב. התקנת שילוט אזהרה בדבר הסיכון במגע עם חלקים חמים.
- ג. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, סינר מעור, כפפות וכובע מגן.

סיכונים גהותיים

זיהוי:

חשיפת דרכי הנשימה לאדי/אבק של מתכות בעיקר כרום (Cr), ניקל (Ni), קובלט (Co), בריליום (Be), מנגן (Mn) ואבק עץ בעת ביצוע עבודות קידוח, כרסום, הברזה וחריתה [8].

בקרה:

ראה סעיף חשיפה לחומרים כימיים

סיכונים פיסיקלים

חשיפה לרעש מזיק

זיהוי:

רעש היינו כל צליל בלתי רצוי הנובע כתוצאה מהפעלת מנועים, גופים לא מאוזנים איזון דינמי, פחים וחיבורים רופפים הקשורים לתהליך עיבוד שבבי. הרעש המזיק היינו רעש בעל יכולת לגרום לפגיעה בשמיעה. לפי תקנות הבטיחות 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. ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור. לדוגמא: העדפת ביצוע פעולות במכונות CNC בעלות התקני מניעת רעש סביבתי כאשר העובד נמצא באזור שאינו

- מרעיש. כאשר פעולות כאלה לא צלחו, יש להקפיד על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- ב. הקפדה על ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
- ג. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.
- ד. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984.
- ה. שילוט אזור העבודה כאזור רועש וכן חובת השימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- ו. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

חשיפה לחומרים כימיים (אבק)

זיהוי:

חשיפת העור (על ידי התזה לעבר העובד) ודרכי הנשימה לאבק של מתכת בעיקר כרום (Cr), ניקל (Ni), קובלט (Co), בריליום (Be), מנגן (Mn) ואבק עץ בעת ביצוע עבודות קידוח, כרסום, הברזה וחריטה [9].

הערכה:

הריכוזים המירביים המותרים של אבק של מתכת ועץ בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחברת ערכים עליונים מותרים של ACGIH [13,12,11,10].

בקרה:

- א. ביצוע תהליכי עיבוד שבבי באופן סגור יבש באופן סגור ואוטומטי.
- ב. ציוד עמדות עבודות עיבוד שבבי יבש באוויר מאולץ מסוג יניקה מקומית בעיקר בעת עיבוד חלקי עץ. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת שלא לגרום לתנועת אבק של מתכת ועץ דרך אזור נשימתו של העובד.
- ג. הגנה מפני חשיפה עורית ועינית: על העובד ללבוש בגדי עבודה בעלי שרוולים ארוכים, עמידות בפני אבק ולהרכיב משקפי מגן, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז - 1997.

- ד. הגנה מפני חשיפה נשימתית: על העובד להשתמש במסכת נשימה עם מסנן לאבק כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 ובהתאם לתקן ישראלי 4013-16-00-0 [14].
- ה. בעמדות עיבוד שבבי חובה לבצע ניטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק לפי תקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990.
- ו. במידה ותוצאות הניטור הסביבתי מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מהאמור בחוק, העובדים החשופים חייבים לעבור בדיקות רפואיות וניטור ביולוגי בהתאם לאמור בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ז. הימנעות משימוש באוויר דחוס כדי לנקות ביגוד וחלקי מכשור משבבים ואבק אלא רק במברשת או בשואב אבק תעשייתי [15].
- ח. הצטיידות בגליונות בטיחות למתכות העוברות עיבוד שבבי [16].
- ט. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

גורמי סיכון פיסיולוגים (היבטים ארגונומיים)

זיהוי:

- א. ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש בתנחות לא נוחות כגון זמני עמידה ארוכים או בתנחות מחזוריות.
- ב. הרמת ציוד כבד או לא נוח להרמה.

בקרה:

- א. על העובד לעשות הפסקות קבועות במשך זמן העבודה כדי לשחרר את חלקי גופו מתנחות לא נוחות.
- ב. הרמת משאות תבוצע עם ציוד הרמה כגון עגורן [17].

מניעת מפגעים (נוהג טוב)

לשם ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך של עיבוד שבבי יבש מומלץ לבצע תוך הקפדה על:

1. כללי

- הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך מוסמך.
- יש לנהל פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד.

כמו כן ההדרכה תתועד בפנקס ההדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, פרטי המדריך והחומר הנלמד.

עם כניסתו של עובד חדש יש לבצע הדרכה לגבי סיכונים בעבודות עיבוד שבבי יבש, אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי (יש להדריך עובדים ביחס לבחירת, שימוש, שמירה ואחסנה של ציוד מגן אישי לעבודות עיבוד שבבי), התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה [18].

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור העישון [19,20].

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.

שימוש באמצעי הרמת משאות כגון עגורן בהרמת חלקים לצורך עיבוד שבבי יבש.

2. פגיעה מכנית

א. הצטיידות העובד בציוד מגן אישי הכולל הרכבת משקפי מגן, נעילת נעלי בטיחות.

ב. הימנעות מלבישת בגדים רופפים וענידת תכשיטים העלולים להיתפס בחלקי המכשור המופעל.

ג. הקפדה על שימוש בציוד ומכשור תקין וכן על ניקיון עמדת העבודה.

ד. שמירת מרחק בשעת הפעלת המכונה וכן הימנעות מביצוע פעולות ותנוחות לא נכונות עם הידיים העלולות לגרום לפציעת היד במגע עם כלי החיתוך של המכונה.

ה. הקפדה על ספיגה ואסוף של שפכים וניקוי רצפות.

ו. הימנעות מביצוע פעולות אחזקה ותיקון כאשר המכונה מופעלת.

3. סיכוני פגיעה מחשמל

שימוש בציוד חשמלי תקני, תקין ונבדק.

בדיקה תקופתית של הציוד החשמלי.

4. סיכוני אש

ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש באזורים מאווררים היטב בכדי למנוע הצטברות של שבבים של מתכות דליקות באזור העבודה.

הרחקת מקורות חום, אש, הצתה בעת ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש.

ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש באזור עבודה בו מערכות החשמל והתאורה מותאמות לאווירה נפוצה.

מיקום אמצעי כיבוי אש בסמוך לאזור ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש.

הקפדה על איסוף שבבים בתום העבודה ופינויים מהמקום.

5. מגע עם עצמים חמים

הפרדה של אזור עיבוד שבבי משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקים העוברים עיבוד שבבי.
התקנת שילוט אזהרה בדבר הסיכון במגע עם חלקים חמים.
שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים, מכנסיים ארוכים, כפפות וכובע מגן.

6. חשיפה לרעש מזיק

ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור.
הקפדה על ביצוע עבודות עיבוד שבבי יבש בסביבה בה נמצא מספר מינימלי של עובדים, אשר אינם נחוצים לצורך ביצוע התהליך (תזמון תהליכים).
ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.
ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך.
שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בציוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
הקפדה על שימוש בציוד מגן אישי בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

7. חומרים כימיים

ביצוע תהליכי עיבוד שבבי באופן סגור ואוטומטי.
ציוד עמדות עיבוד שבבי יבש באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית.
ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.
ביצוע ניטורים סביבתיים לחומרים כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
ביצוע מעקב רפואי ונטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בנטור סביבתי.
שימוש במסכה עם מסנן ייעודי להגנה נשימתית בהתאם לתוצאות ניטור סביבתי במידה שהריכוזים המתקבלים גבוהים מהאמור בחוק.
הימנעות משימוש באוויר דחוס כדי לנקות ביגוד וחלקי מכשור משבבים ואבק אלא באמצעות שואב אבק או באמצעות מברשת [21].
הצטיידות בגיליונות בטיחות למתכות העוברות עיבוד שבבי.
הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

ביבליוגרפיה

1. פרדו, א., ריבשטיין, מ., מיימן, מ., ואח.: דפדפת רשימות תהליכים תעשייתיים והגדרותיהם, אוניברסיטת תל-אביב, המכון לבריאות תעסוקתית, דצמבר 1993.

-
2. איציקובסקי, ש.: בטיחות במכונות לעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1994. http://www.osh.org.il/info_inner.asp#
3. ירניצקי, י.: מדריך לעיבודים שבביים, מהדורה שניה, 1993.
4. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Safety hazards, Woodworking Machines, General Safety Tips, 1999. http://www.ccohs.ca/oshanswers/safety_haz/woodwork/gen_safe.html
5. הרולד, ע., פנקס, א.: בטיחות בעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1999, עמ' 10-11. http://www.osh.org.il/info_inner.asp#
6. תקן ישראלי 60079: ציוד חשמלי לשימוש באטמוספרות נפיצות של גזים: דרישות כלליות, מכון התקנים הישראלי, 2001
- <<http://www.sii.org.il/standard.nsf/Standards/1600790000?OpenDocument>>
7. NFPA 497: Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, National Fire Protection Association, 2004 Edition. <<http://www.nfpa.org/catalog/search.asp?action=search&query=NFPA+497>>
8. Burgess, W.A.: Recognition of Health Hazards in Industry, Second Edition, John Wiley & Sons, 1999, p. 156-163.
9. Burgess, W.A.: Recognition of Health Hazards in Industry, Second Edition, John Wiley & Sons, 1999, p. 156-163.
10. תקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א – 1990.
11. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג – 1993.
12. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים בעופרת), התשמ"ד – 1983.
13. 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.
14. תקן ישראלי 4013-16-00-0: התקני מגן נשימתיים: התקנים ממונעים לסינון חלקיקים, הכוללים מסכות לכל הפנים, מסכות לחצי הפנים ומסכות לרבע הפנים-דרישות, בדיקות, סימון; מכון התקנים הישראלי, 1998.
15. הרולד, ע., פנקס, א.: בטיחות בעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1999, עמ' 63. http://www.osh.org.il/info_inner.asp#
16. תוכנת DC11, המאגר הממוחשב לחומרים מסוכנים, מהדורה 5. הפקה ופיתוח חברת הז-מט בע"מ, 1987-2006.

-
17. תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנאים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתנים), התשנ"ג – 1992.
18. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט – 1999.
19. פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תש"ל-1970.
20. חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983.
21. הרולד, ע., פנקס, א.: בטיחות בעיבוד שבבי, המוסד לבטיחות וגהות, 1999, עמ' 63. http://www.osh.org.il/info_inner.asp#