



## עיבוד אברזיבי רטוב - אבן (359) – Wet Abrasive Stone Process

מעדכן: דצמבר 2015

### תוכן עניינים

1.....	כללי
2.....	סוגים עיקריים של חומרים בהם מבוצע עיבוד אברזיבי רטוב - אבן
2.....	סוגים עיקריים של אבן משחזת
3.....	שיטות עיקריות של עיבוד אברזיבי רטוב - אבן
5.....	משימות עיקריות בתהליך עיבוד אברזיבי רטוב - אבן משחזת
5.....	א. הכנת עמדת עבודה
6.....	ג. ניקוי הציוד
6.....	גורמי סיכון עיקריים בתהליך עיבוד אברזיבי רטוב- אבן
6.....	סיכונים בטיחותיים
6.....	פגיעה מכנית
7.....	סיכוני פגיעה מחשמל
8.....	מגע עם עצמים חמים
8.....	סיכוני החלקה
8.....	סיכונים גהותיים
9.....	סיכונים פסיקליים
9.....	חשיפה לרעש מזיק
9.....	חשיפה לרטט
10.....	חשיפה לחומרים כימיים
11.....	סיכונים ביולוגיים
11.....	גורמי סיכון פיסילוגים (היבטים ארגונומים)
12.....	מניעת מפגעים (נוהג טוב)
15.....	ביבליוגרפיה

### כללי

קיימים שני סוגים עיקריים של השחזה: גלילית ומישורית. מקורן של התנועות ומידת דיוקן בתהליך השחזה, נקבע על ידי המכונה המקשרת בין האבן ובין העובד. למכונות אבן משחזת ישנן תנועות אופייניות:

**תנועת החיתוך** – התנועה הראשית בפעולת השחזה גלילית או מישורית, זוהי תנועה סיבובית המוקנית לאבן ההשחזה במשך כל זמן פעולת ההשחזה. תנועת החיתוך מאופיינת ע"י אחד משני הגדלים הבאים:

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

**תנועת הקידמה** – זוהי תנועת התקדמות קצובה ורצופה של אבן משחזת לכל סיבוב של העובד בהשחזה גלילית. זוהי התנועה הסיבובית של העובד. תנועת הקידמה השנייה בהשחזה גלילית היא תנועת התקדמות רצופה של האופן לאורך העובד. זוהי תנועה צרית רצופה בתהליך ההשחזה ומוקנית בדרך כלל לעובד באמצעות שולחן המכונה. בהשחזה מישורית, מוקנית לעובד תנועה קווית מחזורית באמצעות שולחן המכונה. תנועה נוספת בהשחזה מישורית היא תנועת התקדמות מחזורית של השולחן לרוחב האופן ומתבצעת אחת למהלך, לעתים גם אחת למחזור. **תנועת ההיגש** – זוהי התנועה המחדירה את אופן ההשחזה לתוך העובד. תנועה זו מתבצעת בתחילת כל מעבר השחזה ומוגדרת על ידי עומק השבב. תנועה זאת אופיינית גם להשחזה גלילית וגם להשחזה מישורית [1].

## סוגים עיקריים של חומרים בהם מבוצע עיבוד אברזיבי רטוב - אבן

עיבוד אברזיבי רטוב נעשה במתכות שונות, אבן, קרמיקה, פלסטיק וגומי לדוגמה פלדה רגילה, פלדה אל-חלד, פלדה מגולוונת ומתכות אל-ברזיליות כדוגמת אלומיניום, ניקל, כרום, מתכות קשות (מתק"ש) כגון ונדיום, קובלט וטונגסטן.

### סוגים עיקריים של אבן משחזת

אבן המשחזת הנה תרכובת בת שני מרכיבים – גרגרי חומר שיבוב וחומר קישור. לכל אחד משני המרכיבים הנ"ל יש סוגים רבים, המאפשרים לייצר אופני השחזה מסוגים שונים, בעלי תכונות שונות ולייעדם למטרות רבות ככל האפשר. גרגרי חומר שיבוב הנם בעלי דרגות קושי גבוהות מאוד. דרגות הקושי נמדדות לפי סולמות מספר. בכלום היהלום, הנו בעל דרגת הקושי הגבוהה ביותר מבין החומרים המוכרים בטבע. באיור 2 מודגמות אבני משחזת בגדלים שונים. להלן פירוט של חומרי השיבוב העיקריים:

- קורונדום רגיל – מכיל 93-95% תחמוצת אלומיניום, המהווה חומר שיבוב פעיל.
- קורונדום עדין למחצה – מכיל לא פחות מ- 98% תחמוצת אלומיניום.
- קורונדום עדין – מכיל יותר מ- 99% תחמוצת אלומיניום.

ד. קרביד הצורן (SiC) – ידוע גם בשם קרבונדום.

ה. קרביד הבוריום – מתקבל מגיבוש של תהליכים כימיים.

**חומרי הקישור** מתחלקים לשני סוגים עיקריים: חומרים אורגניים וחומרים אי-אורגניים. החומרים האי-אורגניים חזקים לאין שיעור מהחומרים האורגניים, וחוזק זה מתבטא בעיקר בכושרם לשמור על תכונותיהם במשך פרק זמן ארוך מאוד. קיים סימון על גבי דיסקים המצביע על סוג של חומר הקישור הקיים באבן משחזת. להלן סוגים וסימונים של חומרי הקישור:

א. חומרים אנאורגניים – קרמיים (V), צורן (S). הנפוצים ביותר הם החומרים הקרמיים. הודות לעובדה שהחומרים הקרמיים וסיליקטים (צורן) אינם רגישים לחום, ניתן להשחזת באבני משחזת בעלות חומר קישור קרמי וצורן ללא כל חשש מפני ירידה באמינותה של האבן.

ב. החומרים האורגניים נחלקים לשלושה סוגים:

▪ שרפים מלאכותיים (B)

▪ גומי (R)

▪ שלאק (E): חומר מלכד המכיל חומרים אורגניים.

מעלותיהם העיקריות של חומרים אלה הן גמישותם ועמידותם בלחצי צד.

החומרים האורגניים מקנים לאופן ההשחזה יכולת עמידות במהירויות סיבוביות גבוהות ומתכונתם זאת נובע ייעודם העיקרי. עם זאת, גם חומרים אלה בעלי מגבלות: הם רגישים לחום (במיוחד אבנים בעלות חומר קישור מגומי) ולכן מידת שיבובן קטנה יחסית. חומרים אלה רגישים מאוד לחומרי קירור כימיים למיניהם והם חסרי יציבות באחסנה ארוכה בגין סיכוני דפורמציה של האבן.



איור 2. אבני משחזת [לקוח מ-<http://www.abrasivesmall.com/cgwincat.pdf>].

## שיטות עיקריות של עיבוד אברזיבי רטוב - אבן

קיים מגוון רב של מכונות ההשחזה והסוגים העיקריים הם:

א. משחזת קונבנציונליות – המופעלות ידנית. הדבר המאפיין מכונות אלה הוא שכל תנועות המכונה, טעינה ופריקת החלק המעובד, האופן, נשלטות, מבוקרות ומתבצעות על ידי מפעיל המכונה, האמור להימצא באופן קבוע על יד המכונה בעת פעולתה. משחזות אבן לעבודות מוגדרות, מבוצעות בעזרת מכונות שונות ונחלקות עקרונית לארבעה סוגים:

1. משחזות להשחזה שטוחה (אנכיות ואופקיות) כפי שמודגם באיור 2.
2. משחזות להשחזה עגולה חיצונית.
3. משחזות להשחזה עגולה פנימית.
4. משחזות חיתוך ייעודיות.



איור 2. משחזת משטחים. [לקוח מ-

[http://sjmc.en.alibaba.com/product/50113707/50516668/Machine\\_Tools/Surface\\_Grinding\\_Machine/showimg.html](http://sjmc.en.alibaba.com/product/50113707/50516668/Machine_Tools/Surface_Grinding_Machine/showimg.html)

- ב. משחזות אוטומטיות (CNC) עם בקרה ספרתית ממוחשבת (Numerical Control Computerized) המופעלות באופן אוטומטי תוך השגחתם של העובדים כפי שמודגם באיור 3.
- ג. משחזות חצי אוטומטיות בהן שלבים של העיבוד נעשים באופן אוטומטי למעט הזנת חלקים למכונה והוצאתם לאחר העיבוד.
- ד. משחזות אוטומטיות בהן כל תהליך מתבצע באופן אוטומטי.



איור 3. משחזת CNC [לקוח מ -

[http://koyoco.en.alibaba.com/product/50386308/51836529/Machine\\_Tool\\_Division/Grinding\\_Machine/showimg.html](http://koyoco.en.alibaba.com/product/50386308/51836529/Machine_Tool_Division/Grinding_Machine/showimg.html)

הכוחות, התנועות והמהירויות השונים הנדרשים לביצוע תהליך עיבוד אברזיבי רטוב, מסופקים על ידי מגוון רב של מכונות כולל CNC, בהתאם לצורת המוצר, גודלו והדרישות הייחודיות של העיבוד.

## משימות עיקריות בתהליך עיבוד אברזיבי רטוב - אבן משחזת

### א. הכנת עמדת עבודה

ארגון עמדת העבודה לרבות הקצאת שטח עבודה נקי, יבש, מואר ומאוורר כולל מערכת יניקה, בדיקת אותות שמע או ראייה כאמצעי אזהרה על הסיכונים.

הבאת חלקים: חומרים, כלי העבודה הנדרשים, ציוד מגן אישי (למשל מגני שמיעה, משקפי מגן, מסיכת פנים עם מסנן להגנה נשימתית וכו'). תהליך הבאת האמצעים יבוצע לעיתים תוך שימוש באביזרי הרמה או שינוע.

עין בתהליך עזר "שינוע" מספר 444 ותקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתתים), התשנ"ג-1992.

הכנת משחזות אבן לעבודות המבוצעות בעזרת מכונות כוללת בדרך כלל בחירה באבן משחזת המתאימה למשימה, בדיקת תקינות האבן, רתום העוגד באופן שתימנע כל תזוזה או תנועה, בדיקת תקינותם של התקן המיגון ומערכת מפסקי הגבול המיועדים להחלפת הכיוון של תנועת שולחן ההשחזה וביצוע איפוס (Set up) למכונה.

הכנת החלקים למשחזות עמוד ושולחן כוללת בדרך כלל בחירת באבן משחזת המתאימה למשימה, בדיקת תקינות האבן, בדיקת נייחות ויציבות מלאות של העמוד והתושבת, כדי שהמנוע יובטח מפני כל זעזועים שהם, הצבת מתקן השחזה במקום המתאים, בדיקת היציבות של

משענת העובד ומרחק בינה ובין חזית האבן (כ-1.5 מ"מ), בדיקת תקינותם של התקני המיגון כולל המגנים בפני נתזים ומגני צד [2].

### ב. ביצוע תהליך עיבוד אברזיבי רטוב – אבן

הורדת השכבות מחומר המעובד נעשית על ידי מגע בינו לבין אבן משחזת (החומר אברזיבי) ותנועה יחסית ביניהם תוך שימוש בנוזלי קירור כפי שמתואר באיור 4 [\[לסרטון הדגמה לחץ פה\]](#).



איור 4. מכונת אבן משחזת המופעלת תוך שימוש בנוזל קירור.

### ג. ניקוי הציוד

עם סיום תהליך עיבוד אברזיבי רטוב - אבן, יש לנקות את עמדת העבודה ולהסיר את האבק ואי-ניקיונות שהצטברו במכונה. כמו כן יש לנקות את הרצפה סביב המכונה ולפנות את הלכלוך.

## גורמי סיכון עיקריים בתהליך עיבוד אברזיבי רטוב- אבן

חשוב להדגיש, שהסיכונים הכרוכים בעבודות עיבוד אברזיבי רטוב – אבן נוגעים לא רק לעובדים המועסקים בעיבוד אברזיבי ישירות, אלא גם באנשים אחרים, הנמצאים בסביבה ומבצעים פעולות אחרות.

## סיכונים בטיחותיים

### פגיעה מכנית

זיהוי:

- א. התרסקות/שבירת אבן הדבר עלול לגרום לפגיעה בעובד ובאנשים הנמצאים בסביבה מחלקים העפים במהירות גבוהה תוך כדי פעולת העיבוד.
- ב. נגיעה באבן הגורמת לפגיעה באיבר שבא במגע עם האבן/דיסקה.

- ג. פגיעה בגוף העובד ובאנשים שמסביבו עקב חומרים מעובדים העפים או המשתחררים בעת ביצוע עיבוד אברזיבי [3].
- ד. נפילות, מעידות או החלקות של עובדים עקב מכשולים במעברים או שלוליות שמן.

#### **בקרה:**

- א. שימוש בצידוד מגן אישי מתאים הכולל משקפי מגן/מסכת פנים, נעילת נעלי עבודה תקינות ובהתאם לרמת הסיכון ולתקנות הבטיחות בעבודה (צידוד מגן אישי), התשנ"ז – 1997.
- ב. הימנעות מלבישת בגדים רופפים וענידת תכשיטים העלולים להיתפס בחלקי המכשור המופעל.
- ג. הקפדה על שימוש בצידוד ומכשור תקינים וכן על ניקיון עמדת העבודה באחריות העובד והאנשים העובדים בסביבתו.
- ד. הקפדה על שמירת מרחק בטיחות מהמכונה הפועלת וכן הימנעות מעשיית פעולות ותנוחות לא נכונות עם הידיים העלולות לגרום לפציעת היד בכלי חיתוך של המכונה.
- ה. מיגון לבטח למכונות העיבוד יעשה בהתאם לפקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), התש"ל – 1970.
- ו. רתום החלק המיועד להשחזה באופן כזה שימנע כל תזוזה או תנועה היכולה לגרום לתאונה.
- ז. הקפדה על תקינות מערכת מפסקי גבול המיועדים להחלפת הכיוון של תנועת שולחן ההשחזה או ראש ההשחזה.
- ח. וידוי קיומם של מגנים תקינים ותיקניים על האבן והתקני הגנה היקפיים בעלי מפתח מתאים וקטן טרם הפעלת מכונת העיבוד לצורך מיגון כנגד התפרקות האבן [4].

### **סיכוי פגיעה מחשמל**

#### **זיהוי:**

העובד עלול להיפגע כתוצאה מהתחשמלות הנובעת משימוש בצידוד חשמלי לא תקין בשעת ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב-אבן. 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. שימוש בציוד חשמלי תקיני, תקין ונבדק לצורך מניעת פגיעה עקב התחשמלות בעבודות עיבוד אברזיבי רטוב - אבן בו נעשה שימוש בחשמל בהתאם לחוק החשמל, תשי"ד – 1954; ובשיטות עבודה בטוחות בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), התש"ן – 1990.
- ב. בדיקה תקופתית של הציוד החשמלי על ידי חשמלאי מוסמך. הבדיקות תתועדנה ותשמרנה.

## מגע עם עצמים חמים

### זיהוי:

העובד עלול להיכוות ממגע עם חלקי המכשור של עיבוד אברזיבי רטוב - אבן כתוצאה מחיכוך פנימי וחיכוך באזור יצירת אבק עקב פעולה אברזיבית.

### בקרה:

- א. שימוש בביגוד בעל שרוולים ארוכים.
- ב. שילוט בשלט אזהרה בדבר הסיכון במגע עם חלקים חמים.
- ג. הפרדת אזור העיבוד האברזיבי משאר אזורי העבודה, על מנת למנוע לבטח מגע של עובדים לא מורשים בחלקים העוברים עיבוד אברזיבי.

## סיכוני החלקה

### זיהוי:

שימוש בשמנים וטפטוף שמנים על הרצפה עלול לגרום לכך שהרצפה תהיה חלקה ולהחלקת ונפילת עובדים וחפצים.

### בקרה:

- א. הקפדה על ניקיון רצפות – שימוש באלמנטים מחוספסים מונעי החלקה על הרצפות.
- ב. איסוף שפכים באמצעות אמצעי ספיחת שמן יעודים.

## סיכונים גהותיים

### זיהוי:

ענן של אדי חומר, ריח חריף, סכנת פגיעה בדרכי הנשימה

### בקרה:



- א. הקפדה על הפעלת הנידוף
- ב. שימוש באמצעי מגן להגנת הנשימה
- ג. שאיבת אבק באמצעות שואב אבק, אין להרחיקו באמצעות לחץ אוויר

## סיכונים פיסיקליים

### חשיפה לרעש מזיק

#### זיהוי:

רעש היינו כל צליל בלתי רצוי הנובע במקרה זה כתוצאה מהפעלת מנועים וביצוע העיבוד. 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. ביצוע פעולות להקטנת הרעש במקור כגון 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 בצידוד מגן אישי בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (צידוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 להפחתת החשיפה לרעש (לרבות אוזניות, אטמים) בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- ב. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך, כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד – 1984. כמו כן יש לדאוג לבצע בדיקות שמיעה לחשיפה לרעש בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.
- ג. ביצוע בדיקות שמיעה בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים ברעש), התשמ"ד-1984.
- ד. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בצידוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).
- ה. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.

### חשיפה לרטט

#### זיהוי:

רטט יד-זרוע נובע משימוש בכלים ידניים רוטטים ועלול לגרום לפגיעה בגוף העובד.

#### הערכה:

הערכים המרביים עליונים המותרים בחשיפה לרטט הוגדרו בחוברת ערכים עליונים מותרים של ACGIH [5].

#### בקרה:

ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב - אבן באופן סגור ואוטומטי.

### חשיפה לחומרים כימיים

#### זיהוי:

חשיפת העור ודרכי הנשימה למתכות בעיקר אלומיניום (Al), כרום (Cr), ניקל (Ni) ומתכות קשות כגון ונדיום (V), קובלט (Co) וטונגסטן (W) ואירוסול של שמנים בעת ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב – אבן [6].

התזה של נוזלי קירור בשעת הכנת/ניקוז הנוזלים אל גוף העובד בשעת אחיזת החלקים, בשעת החלפת או כיוון ציוד (כלים) נדרשים ובזמן ביצוע עבודות אחזקה וניקוי.

#### הערכה:

הריכוזים המרביים המותרים של נדפי מתכות בסביבת העבודה הוגדרו בתקנות הבטיחות בעבודה ובחברת ערכים עליונים מותרים של ACGIH [7,8,9,10].

#### בקרה:

- א. ביצוע תהליכי עיבוד אברזיבי באופן סגור ובאופן אוטומטי.
- ב. הקפדה על שימוש במכשור תקין כדי להפחית את ריכוז אירוסול הנוצרים בעת עיבוד אברזיבי רטוב-אבן. כמו כן יש להזרים נוזל קירור במהירויות לא גבוהות בכדי למנוע דליפה וכתוצאה מכך יצירת ארוסול בסביבת העבודה 11.
- ג. ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב בחלל מאוורר היטב.
- ד. ציוד עמדות עבודות עיבוד אברזיבי רטוב-אבן באוורור מאולץ מסוג יניקה מקומית. פתחי היניקה חייבים להיות ממוקמים במקומות שאינם עולים על גובה פניו של העובד, על מנת שלא לגרום לתנועת אבק של מתכת דרך אזור נשימתו של העובד.

- ה. הגנה מפני חשיפה עורית ועינית: על העובד ללבוש בגדי עבודה בעלי שרוולים ארוכים ולהרכיב משקפי מגן, כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז - 1997.
- ו. הגנה מפני חשיפה נשימתית: על העובד להשתמש במסכת נשימה עם מסנן לחומרים אורגנים כפי שהוגדר בתקנות הבטיחות בעבודה (ציוד מגן אישי), התשנ"ז-1997 ובהתאם לתקנים ישראלים 4013-19-00-0 ו- 4013-16-00-0 [13,12].
- ז. בעמדות עיבוד אברזיבי ביצוע ניטור סביבתי על ידי בודקים מוסמכים בהתאם לתדירות הקבועה בחוק הנה חובה לפי תקנות הבטיחות בעבודה (ניטור סביבתי וניטור ביולוגי של עובדים בגורמים מזיקים), התשנ"א - 1990.
- ח. במידה ותוצאות הניטור הסביבתי מצביעות על ערכי חשיפה הגבוהים מהאמור בחוק, העובדים החשופים חייבים לעבור בדיקות רפואיות וניטור ביולוגי בהתאם לאמור בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ט. שימוש בנוזלי קירור בעלי ערכי רעילות נמוכים יותר.
- י. הצטיידות בגיליונות בטיחות למתכות ונוזלי קירור בעת ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי (לרבות נתונים לגבי תוצרי פירוק אפשריים בשימוש בנוזלי קירור) [14].
- יא. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

## סיכונים ביולוגיים

### זיהוי:

חשיפה פוטנציאלית לחיידקים מסוגים שונים הנמצאים בעיקר בפאזה הנוזלית של תהליך העיבוד האברזיבי.

### בקרה:

החלפת נוזלי הקירור מעת לעת בהתאם לאמור בחוק או בהתאם להוראות היצרן. שימוש בנוזלי קירור המכילים חומרים אנטי בקטריאליים (בקטריוצידיים).

## גורמי סיכון פיסולוגיים (היבטים ארגונומיים)

### זיהוי:

א. אחזקת חלקים קטנים ביד במשך פרקי זמן ארוכים באופן הגורם ללאות בידיים ובאצבעות.

ב. ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב בתנחות לא נוחות כגון זמני עמידה ארוכים או בתנחות מחזוריות.

ג. הרמת ציוד כבד או לא נוח להרמה.

### **בקה:**

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 [15].

## **מניעת מפגעים (נוהג טוב)**

ניהול היבטי הבטיחות והגהות בעבודה בתהליך עיבוד אברזיבי רטוב-אבן מומלץ לבצע תוך הקפדה על התנאים הבאים:

### **1. כללי**

הדרכה לעובדים אחת לשנה לפחות, על ידי מדריך אשר אושר לכך ע"י מנהל המפעל (בעלים). מומלץ לערוך את ההדרכה ע"י מדריך מסומך.

יש לנהל פנקס הדרכה לרבות תיעוד מועד ההדרכה, המדריך והחומר הנלמד.

ביצוע הדרכה לגבי סיכונים בעבודות עיבוד אברזיבי רטוב-אבן, אמצעי הפחתת סיכונים לרבות אמצעי מיגון אישי (יש להדריך עובדים ביחס לבחירת, שימוש, שמירה ואחסנה של ציוד מגן אישי לעבודות עיבוד אברזיבי), התנהגות בעת אירוע חריג לרבות תאונה וכמעט תאונה עם כניסתו של עובד חדש [16].

שילוט הסיכונים באזור העבודה, לרבות סיכונים גהותיים ובטיחותיים. שילוט בדבר הצורך בשימוש בציוד מגן אישי. שילוט בדבר איסור העישון [17,18].

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 אברזיבי רטוב - אבן.

### **2. פגיעה מכנית**

הימנעות מלבישת בגדים רופפים וענידת תכשיטים.

הרכבת משקפי מגן/מסכת פנים לפי רמת הסיכון.

ביצוע מיגון לבטח למכונות השחזה.

רתום החלק המיועד להשחזה.

בדיקת תקינותה של מערכת מפסקי הגבול המיועדים לשם החלפת כיוון תנועת שולחן ההשחזה או ראש ההשחזה.

שימוש במגנים והתקני הגנה היקפיים לאבן משחזת בביצוע עבודות השחזה במכונה. הקפדה על ספיגה ואסוף של שפכים וניקוי רצפות.

### **3. סיכוני פגיעה מחשמל**

שימוש בצידוד חשמלי תקני, תקין ובדוק.

בדיקה תקופתית של הצידוד החשמלי.

### **4. מגע עם עצמים חמים**

הפרדה של אזור עיבוד אברזיבי רטוב-אבן 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.

### **5. סיכוני החלקה**

א. הקפדה על ניקיון רצפות – שימוש באלמנטים מחוספסים מונעי החלקה על הרצפות.

ב. איסוף שפכים באמצעות אמצעי ספיחת שמן יעודים.

### **6. חשיפה לרעש מזיק**

א. ביצוע תהליך באופן סגור ואוטומטי.

ב. ביצוע פעולות עיבוד במכונות כולל מכונת CNC בעלות התקני מניעת רעש סביבתי.

ג. ביצוע הדרכות לגבי היבטי הסיכונים בחשיפה לרעש.

ד. ביצוע ניטור רעש סביבתי מתמשך.

ה. ביצוע בדיקות שמיעה לעובדים אשר חשופים לרעש מזיק בהתאם לתקנות הבטיחות בעבודה.

ו. שילוט אזור העבודה כאזור מרעיש וכן החובה בשימוש בצידוד מגן אישי (בהתאם לתוצאות ניטור הרעש).

ז. הקפדה על שימוש בצידוד מגן אישי בהתאם לתוצאות ניטור הרעש.

### **7. חשיפה לרטט**

ביצוע עבודות עיבוד אברזיבי רטוב-אבן באופן אוטומטי.

### **8. חומרים כימיים**

א. ביצוע תהליכי עיבוד אברזיבי באופן סגור ואוטומטי.

ב. צידוד עמדות עיבוד אברזיבי רטוב-אבן באוויר מאולץ מסוג יניקה מקומית.

- ג. ביצוע בדיקה תקופתית של יעילות המערכות ליניקה מקומית.
- ד. ביצוע ניטורים סביבתיים לחומרים כנדרש בתקנות הבטיחות בעבודה.
- ה. ביצוע מעקב רפואי ונטור ביולוגי באמצעות מרפאות תעסוקתיות בהתאם לנדרש בתקנות, לאור הערכת הריכוזים בנטור סביבתי.
- ו. שימוש במסכה עם מסנן ייעודי להגנה נשימתית בהתאם לתוצאות ניטור סביבתי.
- ז. הצטיידות בגליונות בטיחות למתכות, חומרים מינרליים ופלסטיים העוברים עיבוד אברזיבי רטוב-אבן.
- ח. הסרת בגדי עבודה במקום עבודה, כיבוסם באופן מרוכז על ידי מקום העבודה.

## 9. גורמים ביולוגיים

- א. שימוש בנוזלי קירור המכילים חומרים קוטלי חיידקים (בקטריוצידיים).
- ב. ניקוי המכונות לעיבוד שבבי רטוב והחלפת נוזלי הקירור באופן תקופתי תוך כדי ניקוי יסודי של כל המערכת.

1. וינהולץ, י.: בטיחות בעבודות השחזה. מחלקת הוצאה לאור של המוסד לבטיחות ולגהות, הוצאת המכון לאמצעי הוראה, 1975.
2. כהן, י.: טכנולוגיה של מתכות. מכונות וכלים לשיבוב מכני, הוצאת מכון לאמצעי הוראה, 1975.
3. עינב, ה., פנקס, א.: בטיחות בהשחזה, פרק שביעי, המוסד לבטיחות וגהות, 1994. [http://www.osh.org.il/uploadfiles/b005\\_ibud-shvavi\\_7.pdf](http://www.osh.org.il/uploadfiles/b005_ibud-shvavi_7.pdf)
4. מהם כללי הבטיחות במכונות לעיבוד מתכת? תשובת השבוע ממרכז המידע של המוסד לבטיחות ולגהות – 17/06/2001. <http://www.psh.org.il/uploadfiles/tshuva0617.htm>
5. 2015 TLVs® Based on the Documentation of Hand-Arm (Segmental) Vibration Indices. ACGIH® Worldwide Signature Publication.
6. Burgess, W.A.: Recognition of Health Hazards in Industry, Second Edition, John Wiley & Sons, 1995.
7. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים במתכות מסוימות), התשנ"ג - 1993.
8. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות העובדים בעופרת), התשמ"ד - 1983.
9. תקנות הבטיחות בעבודה (גהות תעסוקתית ובריאות הציבור והעובדים באבק מזיק), התשמ"ד - 1984.
10. 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.
11. CCOHS - Canadian Center for Occupational Health and Safety. OSH Answers, Metalworking Fluids, Chemicals and Materials, 2005. [http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/metalworking\\_fluids.html](http://www.ccohs.ca/oshanswers/chemicals/metalworking_fluids.html)
12. 4013-19-00-0: התקני מגן נשימתיים: מסנני גז AX ומסננים משולבים להגנה מפני תרכובות אורגניות בעלות טמפרטורת רתיחה נמוכה – דרישות, בדיקות, סימון, מכון התקנים הישראלי, 1998.
13. 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.
14. תוכנת DC11, המאגר הממוחשב לחומרים מסוכנים, מהדורה 5. הפקה ופיתוח חברת הז-מט בע"מ, 2006-1987.
15. תקנות הבטיחות בעבודה (עגורנים מפעילי מכונות הרמה אחרות ואתים), התשנ"ג 1992.
16. תקנות ארגון הפיקוח על העבודה (מסירת מידע והדרכת עובדים), התשנ"ט - 1999.
17. פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח חדש), תש"ל - 1970.
18. חוק למניעת העישון במקומות ציבוריים והחשיפה לעישון, תשמ"ג-1983