

בטיחות בעיבוד שבבי

כתבו: מהנדס הרולד עינב, מהנדס אבי פנקס
ביקורת מקצועית: מהנדס יעקב דוידזון
אחראי הפקה: יעקב צויגהפט
שרטוטים: אוה כהן



המוסד לבטיחות ולגיהות

יולי 1999

במימון "הפעולה המונעת ומחקר בבריאות ובבטיחות בעבודה"
משרד העבודה והרווחה

© כל הזכויות שמורות

למוסד לבטיחות ולגיהות – מחלקת הוצאה לאור.

אין לשכפל, להעתיק, לצלם, להקליט, לתרגם, לאחסן במאגר מידע, לשדר או לקלוט בכל דרך או אמצעי אלקטרוני, אופטי או מכני או אחר – כל חלק שהוא מהחומר שבספר זה אלא ברשות מפורשת בכתב מהמוציא לאור.

ISBN 965-490-025-4

תוכן העניינים

5.....	פתח דבר
7.....	מבוא
9.....	פרק ראשון:
9.....	קבוצות סיכון עיקריות בעיבוד שבבי
10.....	זיהוי סיכונים בטיחותיים
13.....	פרק שני:
14.....	קבוצות הסיכון העיקריות
15.....	פתרונות הנדסיים ואמצעי מיגון
20.....	מיון האמצעים למניעת תאונות
22.....	מגינים
22.....	מנגנוני ביטחון
24.....	מיקום / מרחק
25.....	הזנת חומרי הגלם והוצאת החלקים המוגמרים
26.....	עזרי בטיחות שונים
26.....	הדרכה נאותה
26.....	פרק שלישי:
26.....	בטיחות בחריטה
29.....	סוגי מחרטות
32.....	סכנות הקשורות במחרטה
34.....	סכנות הקשורות בכלי
34.....	השבב
36.....	העיבד
37.....	העובד
37.....	הוראות כלליות
38.....	תאורה
38.....	פעולות אסורות והתנהגות רצויה
40.....	תאונות עבודה
42.....	פרק רביעי:
45.....	בטיחות בכירסום
47.....	סכנות וכללי בטיחות הקשורים בכירסומת
50.....	דפינת העובד
53.....	הכלי
53.....	סכנות הקשורות בשבב
53.....	העובד
55.....	פרק חמישי:
55.....	בטיחות בעבודות קידוח
58.....	מיגון
60.....	התקן מופעל מגע (היתקלות)
60.....	מערכת ההנעה
60.....	דפינת העובד
62.....	רתימת המקדח
63.....	שבבים
64.....	תאונות עבודה

66.....	בטיחות בעבודה עם מסורים	פרק שישי:
67.....	הוראות ונהלי בטיחות בעבודה עם מסורים	
68.....	בטיחות בהשחזה	פרק שביעי:
68.....	אופן ההשחזה	
69.....	דוגמאות לסימון אופני השחזה	
71.....	בדיקת תקינות, טיפול ואחסון	
73.....	מכונות ההשחזה המשתזות	
76.....	אופן חדש	
77.....	אבני "ציר"	
78.....	מגינים	
80.....	משחזות ידניות מיטלטלות	
81.....	משחזות שולחן או עמוד	
82.....	שימוש באופני השחזה	
84.....	נוזלי חיתוך	פרק שמיני:
84.....	נוזלים על בסיס שמן	
84.....	נוזלים על בסיס מים	
85.....	התפקידים הבסיסיים של נוזלי חיתוך	
86.....	דרכי איסוף וסילוק לאחר השימוש	
87.....	סיכונים נוספים בבית מלאכה לעיבוד שבבי	פרק תשיעי:
87.....	סיכונים פסיקליים	
87.....	פעילות ידנית	
88.....	הוראות בטיחות להרמה ונשיאה ידנית	
88.....	מתקני הרמה	
89.....	סיכונים הקשורים לאנרגיה חשמלית	
89.....	הוראות בטיחות כלליות הקשורות לחשמל	
90.....	סיכונים הקשורים בחומרים מסוכנים	
92.....	הוראות בטיחות הקשורות לעיבוד חומרים מסוכנים	
93.....	הוראות בטיחות לעיבוד שבבי של בריליום	
93.....	הוראות בטיחות לעיבוד שבבי של מגנזיום וטיטניום	
94.....	סיכונים הקשורים בחום	
96.....	הוראות בטיחות כלליות לעיבוד שבבי	פרק עשירי:
96.....	הוראות בטיחות למנהל עבודה	
97.....	הוראות בטיחות למפעיל המכונה	
98.....	ביגוד וציוד מגן אישי	
98.....	טיפול בשבבים	
99.....	תיקון ואחזקה של מכונות בבית המלאכה	
99.....	עזרה ראשונה	
100.....	כלליים בסיסיים – עשה ואל תעשה	
101.....	פרק אחד עשרה: דרישות חוק	
101.....	חובות המעסיק	
101.....	חובות העובדים	
103.....		ביבליוגרפיה

פתח דבר

עיבוד שבבי הוא תהליך טכנולוגי, המבוצע כמעט בכל מקום עבודה – בתעשייה ובבתי מלאכה, באתרי בנייה ובחקלאות. יתרה מכך, מקדחה ו/או משחזת, שהם למעשה כלים לעיבוד שבבי, מצויות כמעט בכל בית בישראל.

השכיחות הרבה של תהליכי העיבוד השבבי, סוגיו הרבים; (ביניהם השחזה; קידוח; כירסום; ניסור והקצעה) גיוונם ומורכבותם של הכלים והמכונות באמצעותם מתבצע התהליך, הביאו אותנו להחלטה לייחד לתהליך טכנולוגי זה, ספר מיוחד.

בספר כללנו את גורמי הסיכון הישירים והעקיפים הכרוכים בתהליך העיבוד השבבי, קרי במכונה ובסביבתה. כמו כן תמצא בספר, אמצעים ושיטות עבודה להפחתת רמת הסיכון, יישומם יקדם המטרה של צמצום תאונות עבודה ומחלות מקצוע הקשורות בתהליך.

הספר נערך כך שיענה על צורכיהם של העובד המבצע את התהליך, של מנהל העבודה ומנהל התחזוקה, וכמובן של ועדת הבטיחות וממונה הבטיחות, אשר יכולים להיעזר בספר זה כדי להכין ולהפיץ נוהלי בטיחות המתאימים למקום עבודתם.



מ. שורץ

מנהל המוסד

לבטיחות ולגיהות

הארה: הוצאתה לאור והפצתה של חוברת זו התאפשרו תודות למימון "הפעולה המונעת ומחקר בבריאות ובבטיחות בעבודה" – משרד העבודה והרווחה ועל כך תודתנו.

מבוא

העיבוד השבבי הוא כיום אחת הטכנולוגיות העיקריות לייצור מוצרים, כמעט בכל תחום: תחבורה (מטוסים, אניות, רכבות, מכוניות), מכונות וציוד תעשייתי ומדעי, נשק, מוצרים ביתיים, ובקיצור – כל מוצר אזרחי או צבאי, המצריך עיבוד מתכות, אל-מתכות, וחומרי פלסטיק קשיחים.

עיבוד שבבי הינו שם כולל לתהליכי עיבוד רבים ושונים המפורטים בהמשך ומבוצעים לרוב בבתי-מלאכה ייחודיים.

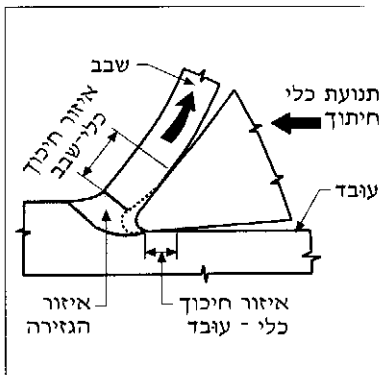
בישראל קיים מיוון רב של בתי-מלאכה, החל מכאלה המעסיקים עובדים בודדים ומפעילים מספר קטן של מכונות קונבנציונליות, ועד למפעלים גדולים עם עשרות מכונות חדישות המבוקרות על-ידי מחשבים (CNC ו-NC).

מטרתו של ספר זה לסייע במניעת תאונות בעיבוד שבבי.

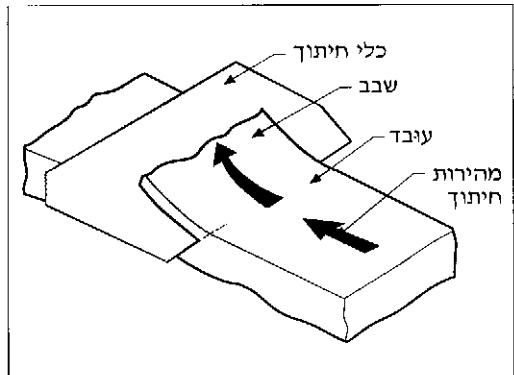
בספר יש התייחסות בטיחותית למה שקשור בתהליכי העיבוד השבבי, המכונה, הכלי, העובד, השבב ומפעיל המכונה. נוסף לכך, יש גם התייחסות למה שקורה מסביב: הרמה, שינוע, חשמל ועוד. זאת משום שתאונות רבות בבית-המלאכה לעיבוד שבבי נגרמות דווקא מגורמים, שאינם קשורים ישירות בפעולת העיבוד. עם זאת, ההתייחסות היא המינימלית ההכרחית, מאחר ורוב הנושאים ש"מסביב" כלולים בספרות בטיחותית קיימת.

הגדרות ומושגי יסוד

העיבוד השבבי הינו תהליך של הסרת חומר עודף (שבבים) מחומר הגלם. הסרת השבבים נעשית על-ידי חזירת להב חד (אחד או אחדים) של כלי החיתוך בחומר הגלם ותנועה יחסית בין הלהב והחומר. כוחות הגזירה הנוצרים גורמים להפרדה בין החומר המעובד (העובד) והשבב. ראה איורים 1 ו-2.



איור 2: איזורי חיתוך וגזירה, במהלך העיבוד השבבי



איור 1: גזירת השבב בעיבוד שבבי

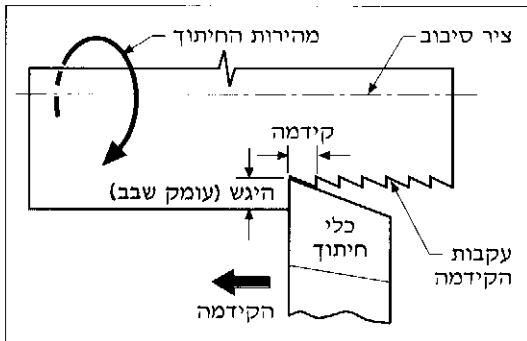
הפרמטרים העיקריים של השיבוב הם :

ההיגש – עומק השבב – נמדד במילימטרים.

הקידמה – מהירות התקדמות הכלי על פני החומר נמדדת על-פי אופי התהליך במילימטרים לדקה או במילימטרים לסיבוב או במ"מ לש"ן או במ"מ למהלך.

ההיגש והקידמה קובעים את שטח החתך של השבב המוסר.

מהירות החיתוך – מהירות גזירת החומר – נמדדת במטרים לדקה או לשניה – ראה איור 3.



איור 3: פרמטרים של עיבוד שבבי בפעולת חריטה

הכוחות, התנועות והמהירויות השונים הנדרשים לביצוע השיבוב, מסופקים על-ידי מייגון רב של מכונות, בהתאם לצורת המוצר, גודלו ודרישות ייחודיות של עיבוד.

תהליכים ומכונות

טכנולוגיית העיבוד השבבי כוללת את תהליכי העיבוד העיקריים הבאים :

- ◆ חריטה
- ◆ כירסום
- ◆ קידוח
- ◆ ניסור
- ◆ השחזה

בכל אחד מהתהליכים הנ"ל משתתפים חמישה גורמים עקריים, שכל אחד מהם עלול לגרום לתאונה :

- ◆ המכונה
- ◆ הכלי
- ◆ העובד
- ◆ השבב
- ◆ העובד

מניעת תאונות מבוססת על ניתוח הסכנות שבכל אחד מהגורמים הנ"ל.

קבוצות סיכון עיקריות בעיבוד שבבי

אין אפשרות מעשית לספק מקום עבודה בטוח גורמי סיכון לחלוטין. מצד שני, לפי החוק, חייב המעסיק לדאוג שרמות הסיכון במקום העבודה יהיו מספיק נמוכות ולא יגרמו לתאונות, לפציעה או למחלה של העובדים. בהנחה שיש להתאים את מקום העבודה לעובדים – ולא להפך, יש לפעול לפי 3 שלבים בסיסיים:

- ◆ לאתר ולזהות את גורמי הסיכון;
- ◆ להעריך את רמות הסיכון;
- ◆ לבקר, לשלוט ולנהל את הסכנות בעזרת אמצעים אשר יבטלו אותן או יקטינו את רמת הסיכון.

זיהוי סיכונים בטיחותיים

ניתן לזהות סכנות בעיבוד שבבי בדרכים שונות, בעיקר על ידי:

- ◆ הכרה וניתוח התהליך הטכנולוגי;
- ◆ לימוד הוראות היצרנים של המכונות והציוד;
- ◆ סיורים מקיפים בסביבת מקום העבודה;
- ◆ ניתוח אירועים בטיחותיים בעבר;
- ◆ תשאול העובדים והמפעילים בשטח;
- ◆ התייחסות לדפי מידע בטיחותי של חומרים;
- ◆ התייעצות עם מומחים.

במינהל הבטיחות שבמשרד העבודה האמריקאי – **OSHA (Occupational Safety and Health Administration)** ערכו טבלה של קבוצות הסיכון העיקריות בעיבוד השבבי המובאת בהמשך.

קבוצות הסיכון העיקריות בעיבוד שבבי

תוצאות / פגיעות אפשריות	מקור הסיכון	קבוצת הסיכון
<p>חתכים בידיים ורגליים. מכות יבשות. פגיעות בכל הגוף מחלקים עפים. נקע או שברים בעצמות. נכות זמנית או תמידית (קטיעת אברים). פציעות קשות או מוות.</p>	<p>נקודת המגע של כלי החיתוך עם העובד במכונה ("נקודת העבודה הפעילה")</p>	<p>סיכונים מכניים</p>
	<p>תנועה סיבובית של חלקי מכונה (כוש, בורג מוביל)</p>	
	<p>תנועה מחזורית של חלקי מכונה (הלוך-וחזור או מעלה-מטה)</p>	
	<p>תנועה קווית רצופה של חלקי מכונה (שולחן נע)</p>	
	<p>החלקים הנעים של מערכת מקור הכוח (רצועות, גלגלי שיניים, תיבת הנעה)</p>	
	<p>נקודות בולטות או קרובות לחלקים נעים, פינות חדות של חלקים</p>	
	<p>שבבי מתכת וגופים העפים תוך כדי פעולת העיבוד השבבי</p>	
<p>נקע או שברים בעצמות. פציעות קשות או מוות. פגיעות ראש או חלקי גוף אחרים. התפוצצות, התזת רסיסים.</p>	<p>נפילות, מעידות או החלקות של עובדים, עקב מכשולים במעברים או שלוליות שמן</p>	<p>סיכונים פיזיקליים</p>
	<p>פעולות הרמה לא נכונות – בצורה ידנית.</p>	
	<p>תפעול לקוי של מלגזה או של גשר עילי</p>	
	<p>נפילת חפצים</p>	
	<p>מערכות לחץ גבוה</p>	
<p>התחשמלות. כוויית חשמל. מוות.</p>	<p>מקור מתח גבוה. עבודה במערכות או בכלי חשמל פגומים. חוסר הארקה או הארקה פגומה. פגיעת ברק.</p>	<p>סיכונים הקשורים לאנרגיה חשמלית</p>

קבוצת הסיכון	מקור הסיכון	תוצאות / פגיעות אפשריות
סיכונים הקשורים בחומרים מסוכנים	חומרים רעילים (למשל בריליום).	מחלות עור.
	כימיקלים, חומרי פלסטיק ומרוכבים.	אלרגיות. מחלות נשימה.
סיכונים הקשורים בחום וקור	חזרת אבק או אדים, הנוצרים בתהליך העיבוד, לגוף דרך דרכי הנשימה, או פצע פתוח.	הרעלות. סרטן.
	חיכוך פנימי וחיכוך באיזור יצירת השבב. חומרים בעירים ודליקים (למשל מגנזיום). ריאקציות כימיות.	התלקחות ואף התפוצצות. מכת חום.
סיכוני קרינה	חומרים קריווגניים (CRYOGENIC)	כוויות קור.
	אור חזק ומסנוור. מכשירי לייזר.	פגיעה בראייה. עיוורון.
סיכוני רעש ורעידות	מנועים, גופים לא מאוזנים איזון דינמי, פחים, חיבורים רופפים.	פגיעה בשמיעה. פגיעה בעצבים. פגיעה באיברים ושרירים.
סיכונים ביולוגיים	בקטריות ופטריות הקשורים לנוזלי חיתוך	אלרגיות. מחלות עור.
סיכונים הקשורים ללחץ פסיכולוגי	לוח זמנים לחץ, שינויים ארגוניים, סכסוכי עבודה, אלימות, בעיות אישיות	לחץ דם גבוה. כאבי ראש. דיכאון. חרדה.

קבוצות הסיכון הנ"ל קשורות בגורמים שונים, כמפורט בהמשך:

- ◆ התהליך הטכנולוגי;
- ◆ תכונות החומר המעובד;
- ◆ כשל או שימוש מוטעה במכונות או בכלים;
- ◆ כשל של מערכות כוח ובקרה;
- ◆ תהליכים כימיים או אחרים.

לכל סכנה שזוהתה, יש להעריך את רמת הסיכון ואת הפגיעה הגופנית והנזק לרכוש שעלולים להגרם במקרה של תאונה.

לצורך הערכה כזו יש לקחת בחשבון:

- ◆ תדירות הפגיעה (מספר התאונות שנגרמו בעבר, גם במקומות אחרים);
- ◆ משך הזמן שהעובד נחשף לסכנה;
- ◆ התוצאה האפשרות (חומרת הנזק).

אמצעים לצימצום הסכנות

להלן סדר העדיפות (לפי דרגת היעילות) בבחירת האמצעים והצעדים שיש לנקוט, כדי לצמצם את הסכנות, ולמנוע איבוד שליטה במצבים שעלולים להתפתח בעקבות התאונות:

ביטול הסכנה במקור וסילוקה – זהו הפתרון הטוב ביותר, אך יישומו קשה ונדיר. פתרון כזה מבטיח הצלחה מוחלטת במניעת תאונות.

החלפת תהליך מסוכן בתהליך בעל רמת סיכון נמוכה יותר.

בידוד או הפרדתו של איזור הסכנה מאנשים שלא קשורים ישירות לתהליך על-ידי מחסומים, מחיצות, או סימוני אזהרה.

אמצעים הנדסיים, הכוללים מגינים מכניים למכונות, מנגנוני ביטחון מכל הסוגים להפעלה והפסקת פעולות, שינויי כלים ומתקנים.

אמצעים אדמיניסטרטיביים, המסדירים נהלי עבודה.

ציוד מגן אישי – כצעד אחרון, כאשר יתר אמצעי השליטה אינם ישימים או מספיקים.