

נושאי ההרצאה

- מהות העיבוד השבבי
- סוגי עיבוד שבבי ומכונות
- בטיחות בהפעלת מכונה ובסביבת העבודה

שמש אלפרד
מהנדס אנרגיה, גז טבעי ונפט



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

עיבוד שבבי

- **עיבוד שבבי (machining)** מרכיב חשוב ביצור תעשייתי
- כולל אוסף פעולות ותהליכים ההופכים חומר גלם למוצר סופי ולעיבוד השבבי ערך משמעותי בתהליך
- עיבוד שבבי קיים בכל מקום בתעשייה הן במפעלים או/ו בתי מלאכה לייצור מוצרים כמו תעשייה אווירית, אלביט, רפא"ל, ישקר, TOWE SC, תעשיות מסורתיות והן בתחזוקה במפעלים תהליכים (תחנות כח, מזון מפעלי מים) באקדמיה, ובמחקר ופיתוח

מושגים בסיסיים בעיבוד שבבי

חומר הגלם עשוי ממגוון חומרים: מתכות, עץ, פלסטיק, זכוכית וכו.

תהליך העיבוד השבבי מתבצע ע"י מכונות מיוחדות: כרסומת, מחרטה, משחזת, מסור, מקדחה, מקצעה, וכו'.

בעיבוד שבבי ניתן להגיע לדיוקים מצוינים עד לאלפית המילימטר, ורמת טיב שטח גבוהה.

לצורך כך משתמשים בכלים מיוחדים (סכינים, כרסומים, מקדחים, מקדדים, מסורים וכו'.

מושגים בסיסיים בעיבוד שבבי

מכונת עיבוד שבבי - מכונה הבנויה ממסגרת יציבה, עם מקור הנעה בעל כוח והספק אשר מניע מסלולים ומנגנונים לביצוע מגוון התנועות המדויקות הנדרשות לשיבוב

כלי שיבוב - כלים בעלי להב חד, קשה ועמיד לחום ובלאי שיעיל בהורדת שבבים מחומר העובד

התנועה הראשית במכונה היא התנועה שבה מושקע עיקר הספק המכונה : $P=F \cdot V_c$:
במכונות שיבוב זוהי תנועת השיבוב (חיתוך), ישהיא התנועה היחסית בין החוד החותך לחומר העבד.

יש בשיבוב תנועות נוספות, אך מהירות תנועה זו V_c גדולה משל האחרות פי מאות.

מושגים בסיסיים בעיבוד שבבי

יתרונות העיבוד השבבי

1. **דיוק:** ניתן לקבל דרגות גבוהות ביותר של דיוק, צורה ומידות וטיב פני שטח.
2. **גיוון :** באותן מכונות ניתן לעבד מוצרים שונים מאד זה מזה מחומרים שונים.
3. **ההשקעה** ההתחלתית בהכנת אמצעי הייצור הדרושים למוצר מסוים קטנה

חסרונות העיבוד השבבי

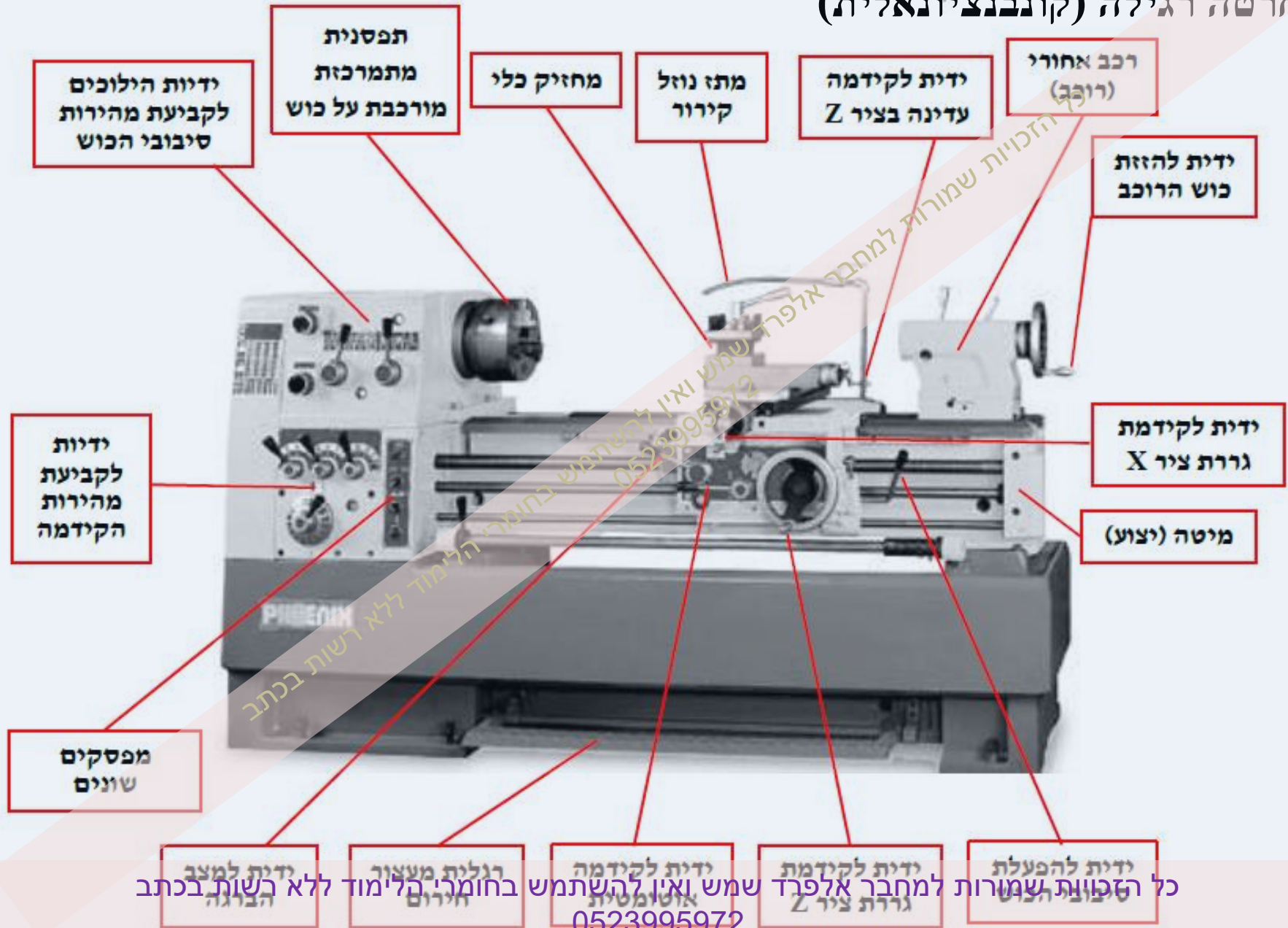
1. זהו עיבוד **בזבזני** באנרגיה ובחומר, יקר במחיר זמן - מכונה ובייצור בודד גם בכוח אדם.
2. הצורך לפורר את כל החומר העודף **לשבבים** לא נחוץ למוצר עצמו ודורש אנרגיה רבה
3. הביצוע הדרגתי ולוקח הרבה זמן

דרגות עיבוד שבבי

- עיבוד גס** - עיבוד מהיר להורדת עודף חומר עם השארת תוספת עיבוד מספיקה להמשך העיבוד.
- עיבוד ביניים (סמי פניניש)** - עיבוד מעבר בין עיבוד גס לעיבוד עדין לסילוק שכבה עם מאמצי מעוותים.
- עיבוד סופי (פניניש)** - העיבוד השבבי האחרון שאמור לתת את הדיוקים וטיב פני השטח הדרושים למוצר.
- עיבוד עדין** - עיבוד (בכוח מוקטן) לקבלת יתר דיוק וטיב פני שטח. (לרוב הוא גם סופי)

מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

מחרטה רגילה (קונבנציונלית)



מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

דוגמאות לכלי חריטה



כלי גידוע
(חיתוך)

כלי לחריטת
אורך חיצונית
ומצח



כלי לביצוע
חריץ היקפי

כלי לחריטת
אורך פנימית



כלי לחריטת
אורך חיצונית

כלי לביצוע
הברגה חיצונית

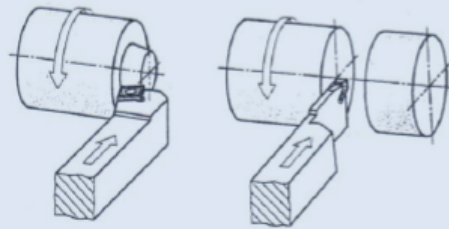


כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

דוגמאות לחריטה

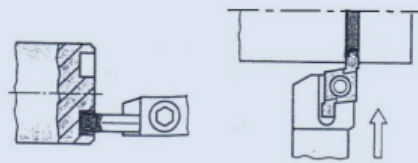


ב. חריטת מצח

ג. גידוע

ב) חריטת מצח (פנים) - הקידמה רדיאלית (לרוחב ציר X) ויוצרת משטח פדחת (מצח) בקצה העובד.
תנועת השיבוב ספירלית ומואטת עם הקטנת קוטר העיבוד, הקידמה שהיא פסיעת הספירלה - **קבועה**.
במחרטת CNC תנועת העיבוד מוגדלת מכיוון שבה מספר הסיבובים לדקה גדל אוטומטית עם הקטנת הקוטר.

ג) גידוע - התקדמות כלי צר לתוך העובד בקו ספירלי (לרוחב ציר X) מההיקף למרכז הציר לצורך גידוע (חיתוך) המוצר.

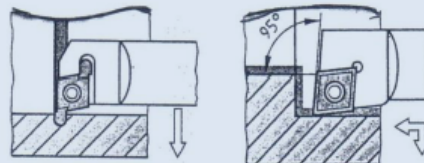


ה. חירוף מצחי

ד. חירוף היקפי

ד) חירוף צורתי היקפי - התקדמות חלקית של כלי צורתי (כלי משאיר בעובד את צורת התשליל (נגטיב) שלו) פנימית פנימה ליצירת חריץ היקפי צורתי.

ה) חירוף צורתי מצחי - התקדמות צורית של כלי צורתי ממצח העובד ליצירת חריץ צורתי מעגלי על המצח (או על משטח פנימי).



ז. חירוף פנימי

ח. חריטה פנימית

ו) חריטת אורך פנימית - הכלל מתקדם בתוך קדח בקידמה צורית לחריטת אורך או בקידמה רדיאלית להרחבת קטע מהקדח, ספירלת מחציר לכיוון ההיקף.

ז) חירוף פנימי - יצירת חריץ צורתי פנימי בתוך קדח, בתנועה ספירלית מפנים הקדח אל ההיקף.

ח) קדיחה - כל פעולות הקדיחה מתבצעות גם במחרטה, אבל רק במרכז ציר סיבוב הכוש. כלי הקדיחה ממורכז ע"י דפינתו אל רכב המחרטה, אינו סובב על ציר בקידמה צורית (שמאלה או ימינה לאורך ציר Z) אל תוך העובד הסובב החל ממרכז המצח.
 *לביצוע כל חריטה פנימית נדרש הכנת קדח ממורכז מקדים שמבוצע כמחרטה.



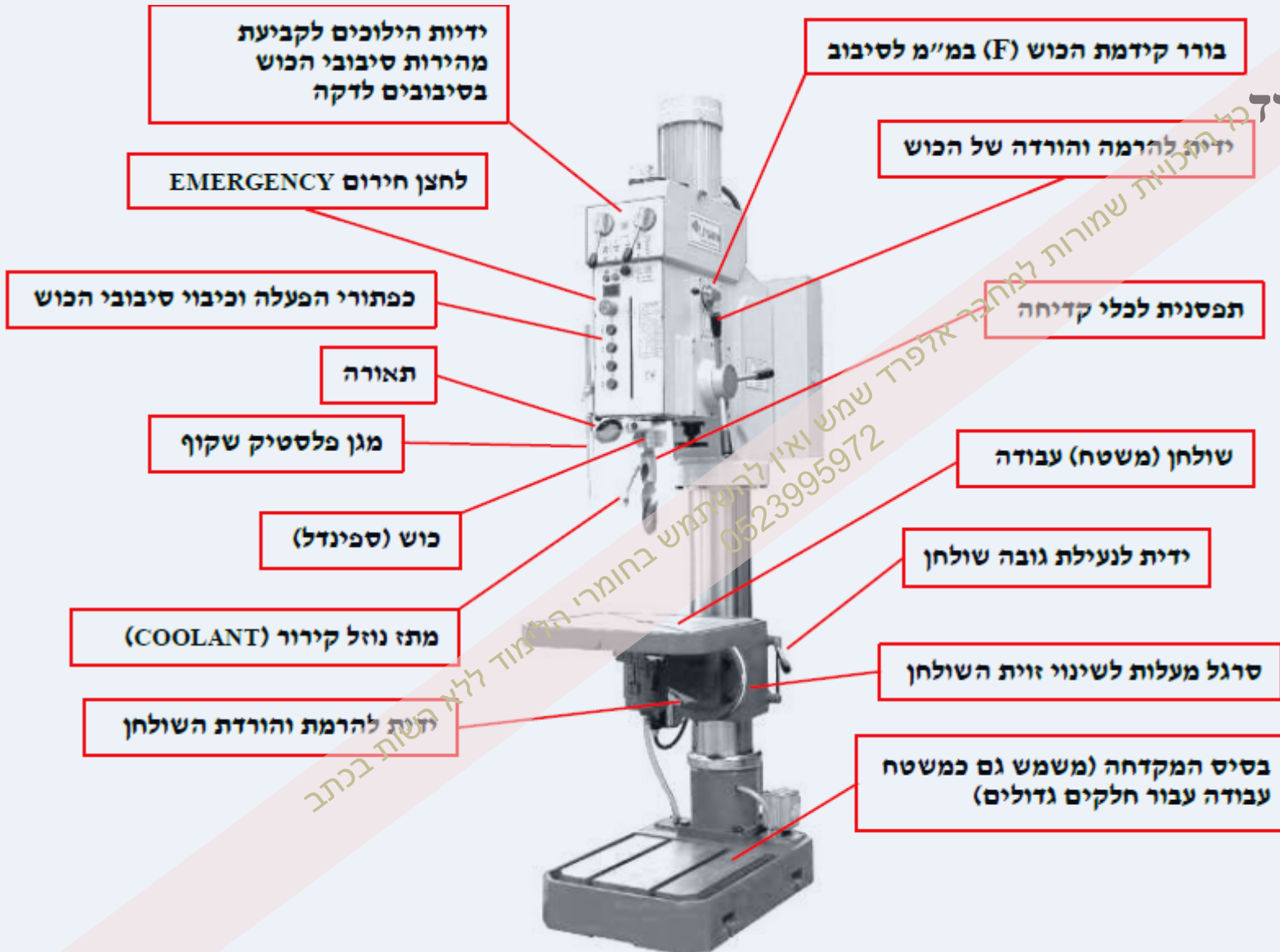
ט) חריטת הברגה - (חיצונית ופנימית) - את העומק הכולל הנדרש יש לחלק למעברים רבים. את הפסיעה יש לכוון במחרטה (לפי תקן ההברגה) ע"י חילוך מדויק לתברגים ולא בקידמה צורית רגילה.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב
 כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972
 0522005032

מכונות קונבנציונאליות (ידניות) לעיבוד שבבי

מקדחת עמוד



כל הזמנות שמירה למתבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הימור ללא היתר בכתב

0523995972

מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

הכלים המשמשים לפעולת קדיחה

המשותף לכלם הוא שהם בנויים לעבוד בסיבוב וקידמה צירית בציר הכלי (Z) בלבד.

(1) מקדח

(2) שקען

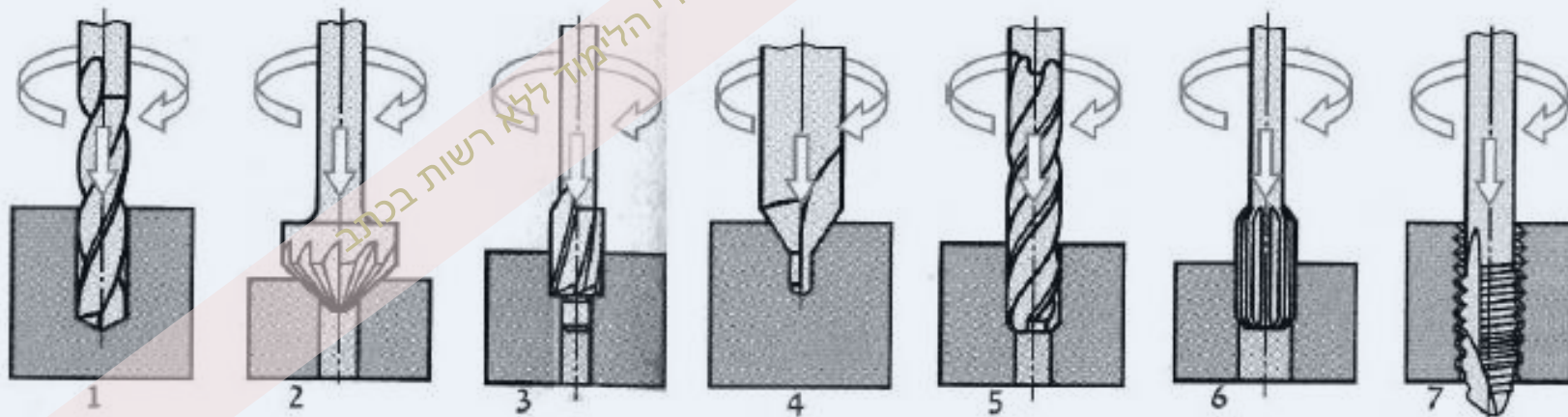
(3) שקען מנותב

(4) מקדח מירכוז

(5) מקדח מיישר

(6) מקדד

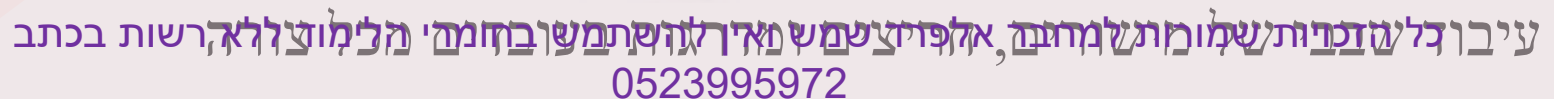
(7) מברז



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

כרסומת רגילה (קונבנציונאלית)



מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

כרסום אצבע (ריסוק) לעיבוד גס



כרסום אצבע (פיניש) לעיבוד סופי (גמר)



כרסום אצבע ראש כדורי (BALL)



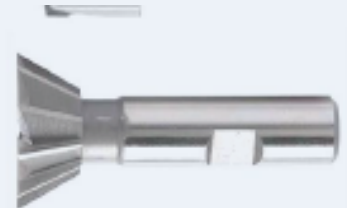
כרסום אצבע עם רדיוס בקצה (BULL)



כרסום לעיבוד רדיוס פינה חיצוני.



כרסום אצבע צורתי



כרסום אצבע צורתי "T-SLOT"



כרסום מצח (פנים)



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

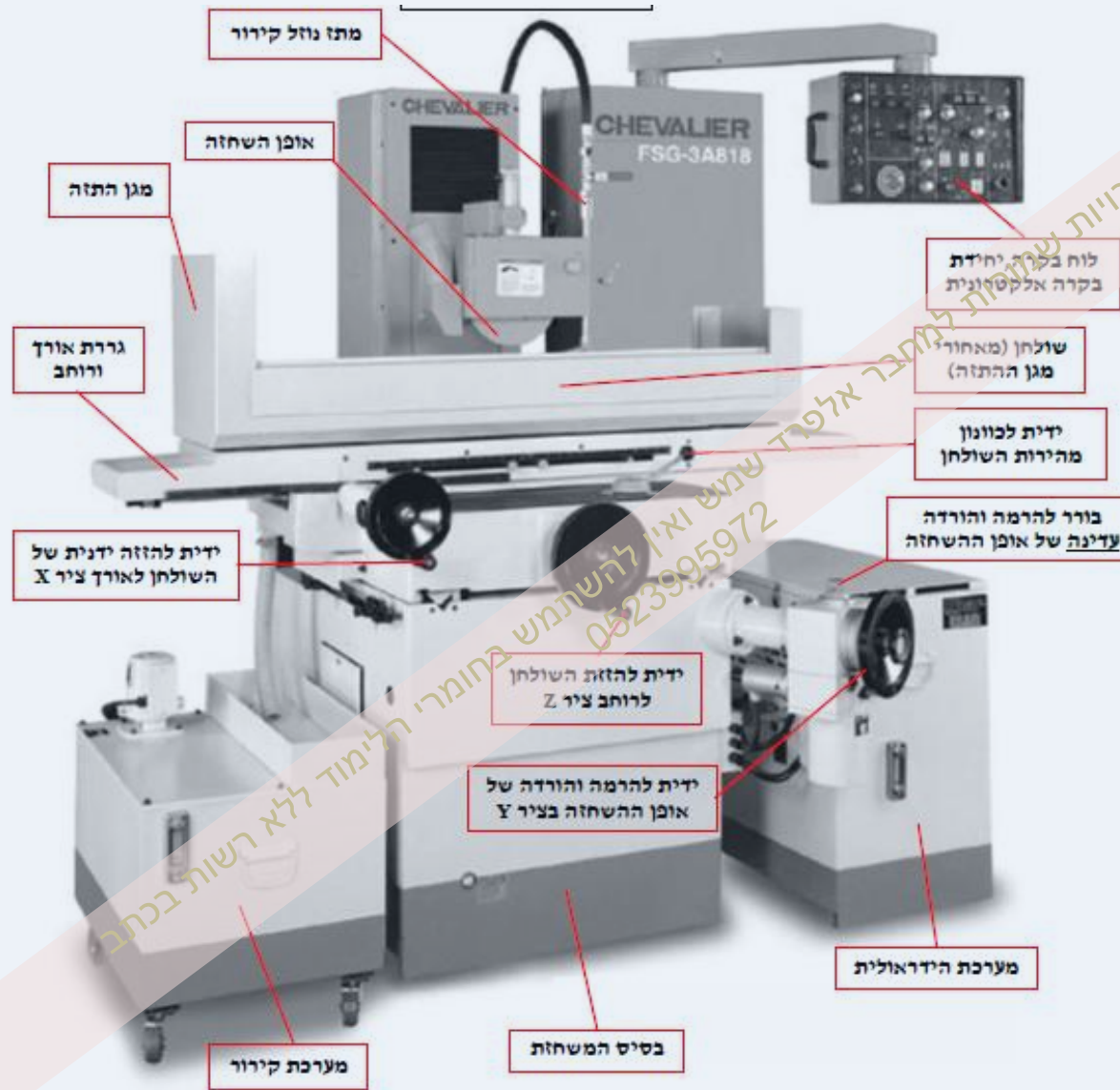
0523995972

כרסומי דיסקה (מודול)



מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי

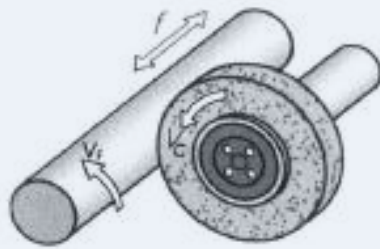
משחזת
שטחים



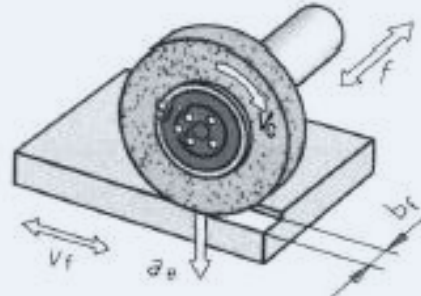
עיבוד שבבי של מישורים, חריצים ומדרגות בעובדים מכל צורה
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב
בעיבוד מוצרים שעשו יים מחומרים קשים, כל העיבוד גם ועדין מתבצעים בהשחזה

0523995972

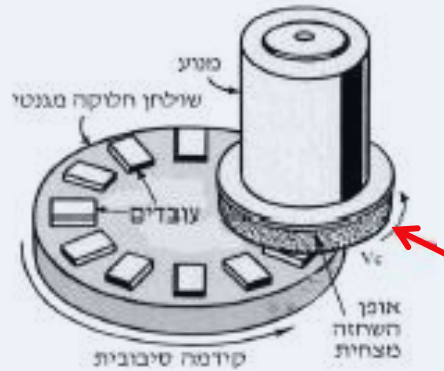
מכונות קונבנציונליות (ידניות) לעיבוד שבבי



השחזת גליל (חור חיצוני)



השחזת מישור היקפית (בהקף האופן)



קידומה סיבובית

השחזה חיצונית



אופן השחזה פנימית



השחזה פנימית

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בתוכן זה ללא רשות בכתב

0523995972

דוגמא לאופני
השחזה שונים

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בתוכן זה ללא רשות בכתב
0523995972

סכנות הקשורות במחרטה

במחרטה פועלת ישנם חלקים סובבים חשופים: תפסנית, עוקץ וליבון, בורג מוליך, העובד. חלקים אלה עלולים לגרום למכה (הלחיים של התפסנית) או לליפוף סביבם של בגדים רפויים, שרשראות וכדומה.

כמו כן ישנם חלקים נעים במסלול קווי-גרר ראשית וגרר רוחב, שעלולים לגרום לפגיעה ובמיוחד למעיכה או צביטה בינן לבין התפסנית.

מערכת ההנעה נמצאת מאחורי מגן. חייב להיות שלוב, אשר יגרום להדממת המכונה עם הסרת המגן ולא יאפשר הפעלתה, כל עוד המגן לא הוצב במקומו.

עוקץ המותקן ברכב האחורי וכן כל חלקי המחרטה, בעלי פינות חדות, עלולים לגרום לפציעה מהתקלות מקרית

סכנות וכללי בטיחות, הקשורים בכרסומת

לחצני ההפעלה והעצירה של הכרסומת יהיו ממוקמים במקומות נוחים להפעלה ויאפשרו עצירה מיידית מכל מצב עבודה סביר. לא ניתן יהיה להפעילם באופן מקרי. התפקיד של כל לחצן יצוין בבירור.

הכרסומת חייבת לעמוד על משטח ישר ואופקי, כדי למנוע נידנוד ורעידות. יש לוודא שכל המגנינים על מערכות ההנעה תקינים, סגורים ומונעים גישה לחלקי מכונה נעים. מגינים שיש לפתוח לעתים קרובות, בהקשר עם כיוונוני המכונה, צריכים להיות משולבים – פתיחתם תגרום להדממת המכונה ולא ניתן יהיה להפעילה עד סגירתם מחדש. מגינים, שפתיחתם דרושה לצורך תחזוקה, ייפתחו רק על-ידי מי שהוסמך לכך ותוך כדי נקיטת כל האמצעים הדרושים למניעת הפעלה מקרית.

בהתאם לפקודת הבטיחות בעבודה, סעיף 52, הכרסומת תוצב כך, שהמרחק הקטן ביותר בין השולחן לבין קיר או עצם נייד אחר לא יהיה סכנת הילכדות בין שלחן הכרסומת לבין הקיר או העצם



בטיחות בעבודות קידוח

בעבודות קידוח נגרמות פגיעות חמורות על-ידי:

- ✦ תפיסת השיער בגלים, ברצועות הכוש, בתפסנית או במקדח;
- ✦ הסתבכות של כפפות, שרוולים רפויים, תחבושות וטבעות, בעיקר בקצה המקדח;
- ✦ השתחררות וסיבוב מהיר של העובד, כתוצאה מדפינה לקויה;
- ✦ היתפסות שבבים ארוכים על המקדח המסתובב וסיבובם יחד איתו.

בטיחות בעבודות קידוח

מסורי סרט לחיתוך צורתי

- ✦ לפני הרכבת סרט הניסור יש לבדוק את שלמותו, בעיקר ליד החיבור המולחם.
- ✦ יש להנמיך את מגן המסור קרוב ככל האפשר לפריט המנוסר (מרחק מומלץ 10 מ"מ).
- ✦ יש למנוע אפשרות של מגע יד בסרט המסור.
- ✦ ככלל, הפריט המנוסר לא יוחזק בידיים אלא בעזרת "דוחף". במידה ואורך הפריט גדול מ-40 ס"מ, אפשר להחזיקו ביד כל עוד המרחק בין יד העובד לסרט הניסור עולה על 40 ס"מ.
- ✦ יש לוודא שהמירווח בין סרט הניסור לבין השולחן נקי משבבים או חלקיקים.
- ✦ סרטי הניסור יאוחסנו בארון סגור או ייתלו על לוח עץ המותקן על הקיר, במצב ששיני המסור מופנות אל הלוח.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

בטיחות בעבודות קידוח

בעבודות קידוח נגרמות פגיעות חמורות על-ידי:

- ✦ תפיסת השיער בגלים, ברצועות הכוש, בתפסנית או במקדח;
- ✦ הסתבכות של כפפות, שרוולים רפויים, תחבושות וטבעות, בעיקר בקצה המקדח;
- ✦ השתחררות וסיבוב מהיר של העובד, כתוצאה מדפינה לקויה;
- ✦ היתפסות שבבים ארוכים על המקדח המסתובב וסיבובם יחד איתו.

בטיחות בעבודות קידוח

מסורי סרט לחיתוך צורתי

- ✦ לפני הרכבת סרט הניסור יש לבדוק את שלמותו, בעיקר ליד החיבור המולחם.
- ✦ יש להנמיך את מגן המסור קרוב ככל האפשר לפריט המנוסר (מרחק מומלץ 10 מ"מ).
- ✦ יש למנוע אפשרות של מגע יד בסרט המסור.
- ✦ ככלל, הפריט המנוסר לא יוחזק בידיים אלא בעזרת "דוחף". במידה ואורך הפריט גדול מ-40 ס"מ, אפשר להחזיקו ביד כל עוד המרחק בין יד העובד לסרט הניסור עולה על 40 ס"מ.
- ✦ יש לוודא שהמירווח בין סרט הניסור לבין השולחן נקי משבבים או חלקיקים.
- ✦ סרטי הניסור יאוחסנו בארון סגור או ייתלו על לוח עץ המותקן על הקיר, במצב ששיני המסור מופנות אל הלוח.

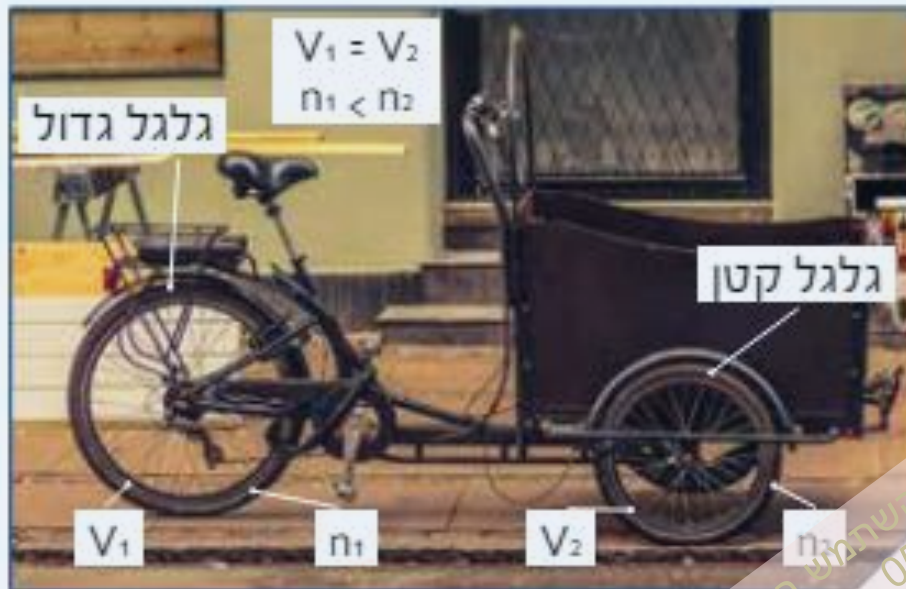
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מעבד למוצר

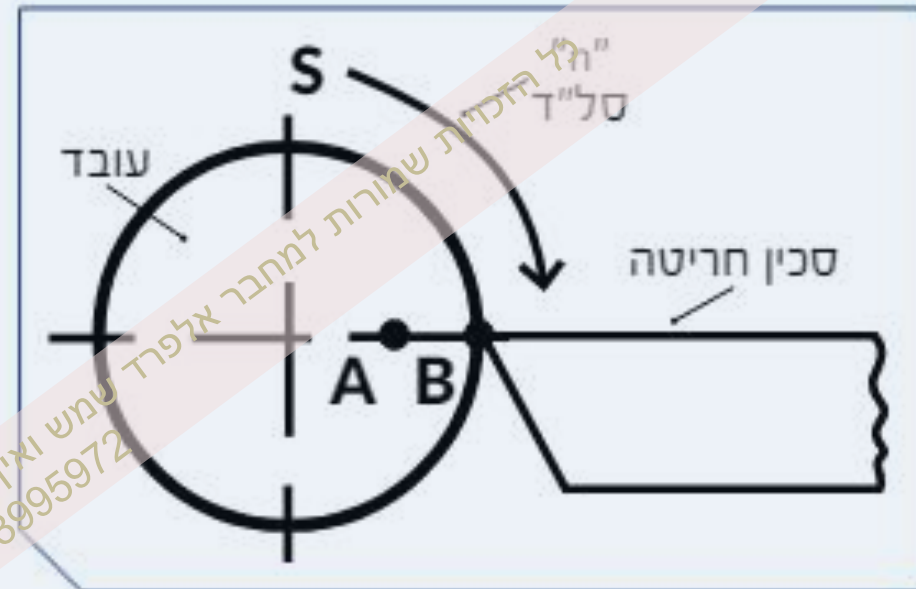
- לפני עיבוד העבד:
 - יש לקבוע את נתוני השיבוב איתם מבצעים את העיבוד (מוגדרים על ידי יצרן הכלים)
 - לבצע חישובים והזנת הנתונים אלה במכונה
 - לקביע תנאי שיבוב נכונים לקבלת עיבוד נכון ויעיל (שמירה על כלי החיתוך, קבלת השבב הרצוי, קבלת טיב שטח נדרש, אורך חיי כלי גבוהים ושמירה על המכונה)
 - הגדרות ומושגים בהם משתמשים בעיבוד שבבי
 - מהירות התקדמות עובד או הכלי - מוגדרת כדרך (אורך) שמבצע גוף במשך זמן מסוים (מטר לשנייה וכדומה)
 - מספר הסיבובים שעושה עובד או הכלי - במשך זמן מסוים (סיבובים בדקה)
- RPM- Revolutions per minute

השוני בין מהירות וסיבובים



$$V_1 = \pi D_1 n_1 = V_2 = \pi D_2 n_2$$

הגדרת סיבובים



$$V = \frac{L}{T}$$

V = מהירות

L = דרך (אורך)

T = זמן

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

נתוני שיבוב - הקדמה

1. קריאת שרטוט המוצר - חומר גלם, דרישות עיבוד.



2. בחירת כלי חיתוך בהתאמה לחומר הגלם, לצורת העובד ולדרישות העיבוד.

קביעת תנאי
שיבוב



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

נתוני שיבוב - הקדמה

קביעת תנאי
שיבוב

3. מציאת מהירויות חיתוך לפי סוג החומר, סוג העיבוד וסוג הכלי בטבלאות של יצרן הכלים.



4. חישוב סל"ד בנוסחה או מציאת הסל"ד בטבלאות/דיאגרמות, לפי מהירות החיתוך וקוטר העובד/הכלי.



5. בחירת קידמה לעיבוד לפי סוג החומר וסוג הכלי על פי המלצת יצרן הכלים בטבלאות.

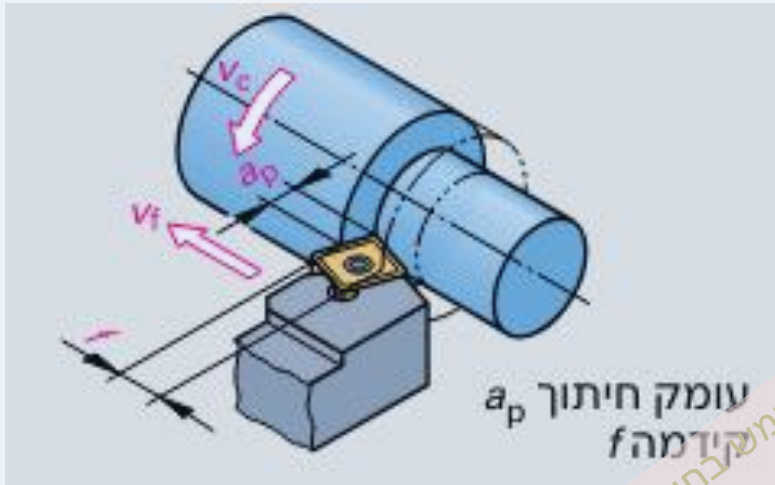


6. חישוב היגש (עובי/עומק השבב) לפי סוג החומר, סוג הספק ונצילות המכונה, מהירות החיתוך והקדמה.



7. בחירת קידמה לעיבוד גמר לפי רדיוס הכלי וטיב השטח.

נתוני השיבוב בחריטה



סל"ד S : סיבובי הכוש/העובד.

קידמה V_f : מהירות התקדמות

הכלי בסיבוב אחד של העובד.

היגש a_p : עומק השבב במ"מ.

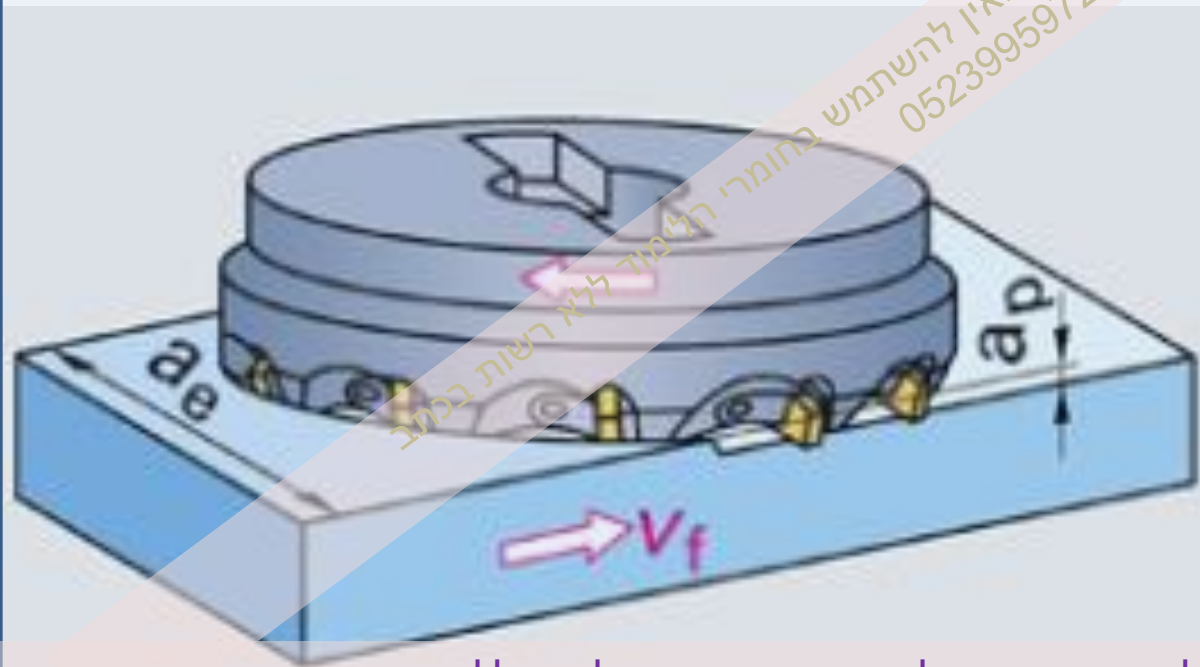
נתוני השיבוב בכרסום

סל"ד S : סיבובי הכוש/הכרסום

קידמה V_f : מהירות התקדמות העובד (שולחן העבודה) במ"מ לדקה

היגש עומק a_p : עומק השבב במ"מ

היגש רוחב a_e : הכרסום השבב במ"מ



נתוני שיבוב בכרסום מצח

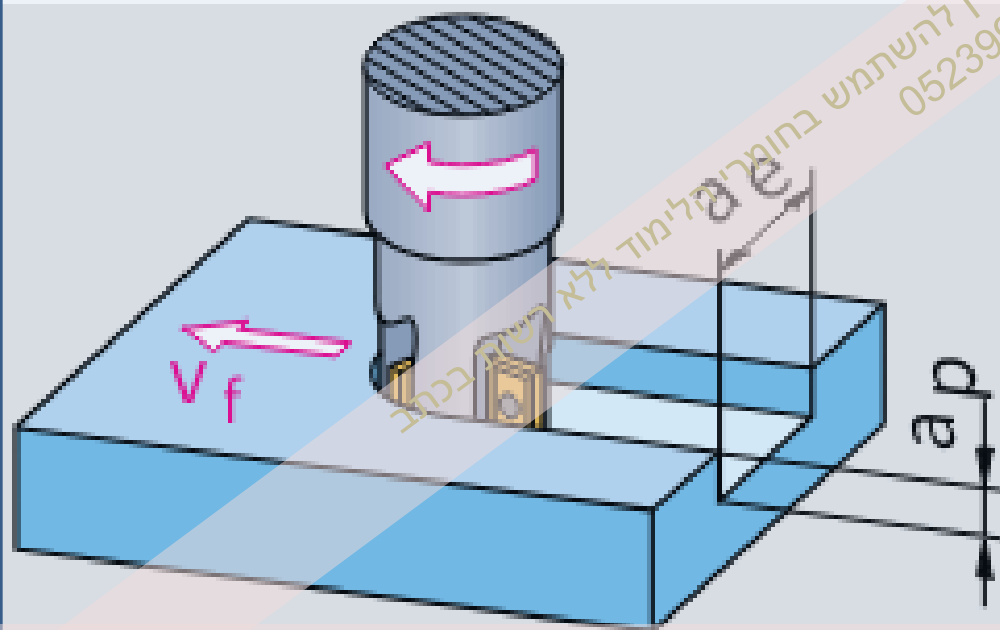
נתוני השיבוב בכרסום

סל"ד S : סיבובי הכוש/הכרסום

קידמה V_f : מהירות התקדמות העובד (שולחן העבודה) במ"מ לדקה

היגש עומק a_p : עומק השבב במ"מ

היגש רוחב a_e : הכרסום השבב במ"מ



נתוני שיבוב בכרסום בכרסום קנה

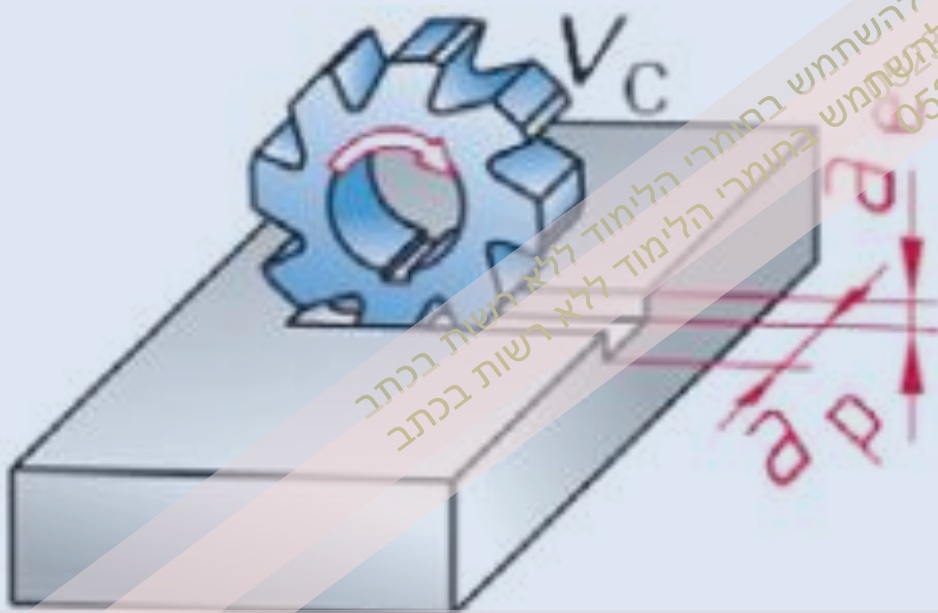
נתוני השיבוב בכרסום

סל"ד S : סיבובי הכוש/הכרסום

קידמה V_f : מהירות התקדמות העובד (שולחן העבודה) במ"מ לדקה

היגש עומק a_p : עומק השבב במ"מ

היגש רוחב a_e : הכרסום השבב במ"מ



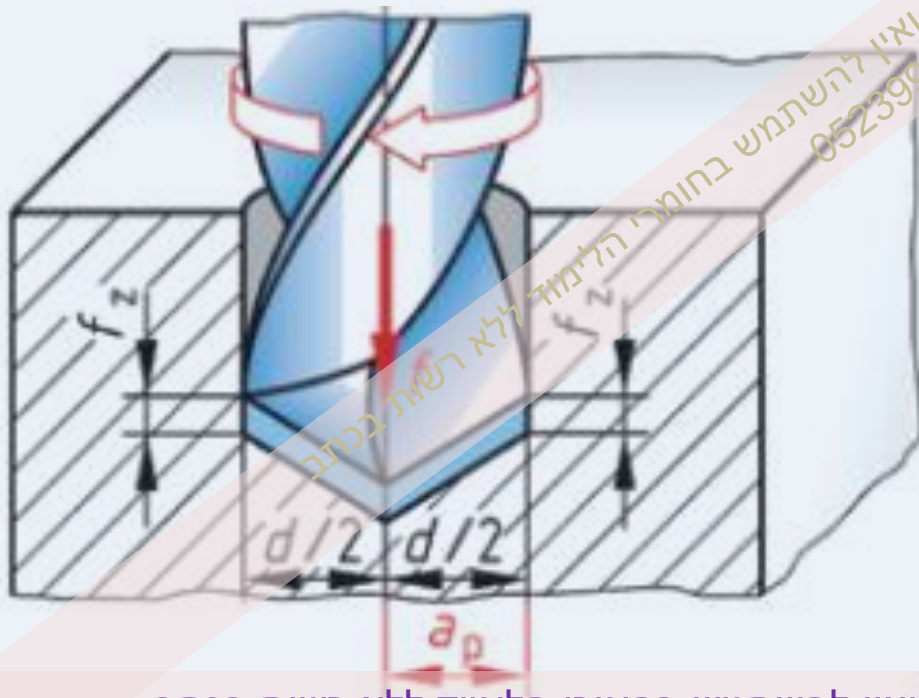
נתוני שיבוב בכרסום בכרסום גלילי

נתוני שיבוב בקידוח

סל"ד S : סיבובי הכוש / העובד

קידמה V_z : מהירות התקדמות הכלי / העובד בסיבוב אחד של העובד/הכלי

היגש a_p : בקידוח מלא - מחצית קוטר המקדח במ"מ



נתוני שיבוב בקידוח

מהירות החיתוך

מהירות החיתוך היא הגורם העיקרי המשפיע על תנאי השיבוב והספק הייצור. מהירות החיתוך נתונה בטבלאות של יצרן הכלים כהמלצה לעיבוד.

הנתונים בטבלאות מבוססים על אורך חיי כלי לזמן עיבוד נקוב (במכונות CNC הנתונים בזיכרון הבקרה)

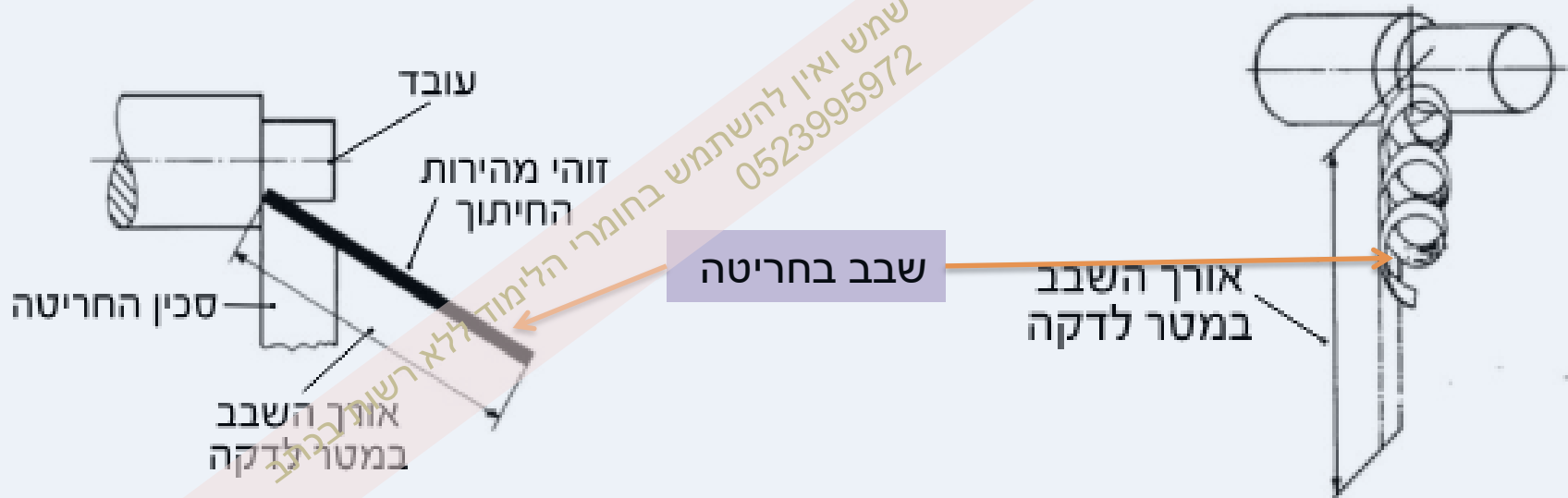
כאשר מעבדים חלקים בודדים או בעת ייצור סדרה לא גדולה, נשתמש בטבלאות היצרן כבסיס לקביעת מהירות החיתוך.

יש להיעזר בבעלי ניסיון במקצוע להתאמה סופית תוך כדי עיבוד, משום שתנאי העיבוד בהם נבדקו הכלים במעבדה (סוג המכונה, צורת הזפינה, נוזל הקירור), אינם בהכרח זהים למצב בו אנו עובדים לכן, לעתים הנתון של מהירות החיתוך אינו חד משמעי אלא נתון לבחירתנו

מהירות החיתוך

מהירות החיתוך " V_c " (cutting Velocity) היא המהירות ההיקפית. מהירות זו מגדירים באותיות " V_c " והיא נתונה במטרים לדקה (100 מטר לדקה וכדומה)

אם נניח ישר את שבב שמקבלים בחריטה ולאחר דקה אחת מודדים את אורכו במטרים, התוצאה הייתה שווה למהירות החיתוך

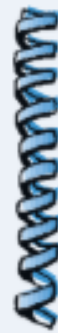


מהירות חיתוך היא הדרך במטרים שעושה היקף העובד (הכלי) כלפי הכלי החותך (העובד) במשך דקה

מהירות החיתוך

סוגי שבבים

			
שבבים-סליליים קצרים וגליליים	שבבים-סליליים ספירליים	שבבים ספירליים	שבבים מקוטעים
טוב			

			
שבבי סרט	שבבים מפותלים	שבבים-סליליים ארוכים	
לא טוב			

בכרסום, השבב יהיה
תמיד קטוע, בשל מבנה
הכרסום

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך

את מהירות החיתוך ניתן לחשב באמצעות הנוסחה

$V_c =$ מהירות החיתוך במטר לדקה.

$\pi = 3.14$ מספר קבוע המגדיר את היחס

בין קוטר הגליל והיקפו.

$D =$ קוטר העובד במ"מ.

$n =$ סל"ד

$1000 =$ הופך את התוצאה ממ"מ למטר

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$$

$\pi \cdot D =$ היקף העובד, אורך השבב במ"מ הנחתך בסיבוב אחד

$\pi \cdot D \cdot n =$ אורך השבב הנחתך במ"מ לדקה

$\pi \cdot D \cdot n / 1000 =$ אורך השבב הנחתך במטר לדקה

מהירות החיתוך

הגורמים המשפיעים על מהירות החיתוך

מהירויות החיתוך המומלצות קיימות בטבלאות של יצרן הכלים.

הנתונים שבטבלת מהירות החיתוך המשפיעים על קביעת מהירות החיתוך

הכלי :

➤ **החומר ממנו מיוצר הכלי:** - פלדה מהירה, מתק"ש, קרמיקה וכדומה

➤ **בסכיני מתק"ש מהירות החיתוך גדולה עד פי 10 מאשר בכלים מפלדה מהירה.**

➤ **מידותיו:** קוטר, אורך, מספר השיניים.

➤ **צורתו:** בכרסום - כרסום קנה, גלילי, מצח, זוויתי, ריסוק וכדומה. בחריטה - סכין חיצוני, פנימי, גידוע, הברגות וכדומה.

מהירות החיתוך

הגורמים המשפיעים על מהירות החיתוך

מהירויות החיתוך המומלצות קיימות בטבלאות של יצרן הכלים. להלן נפרט את הנתונים שבטבלת מהירויות החיתוך המשפיעים על קביעת מהירות החיתוך

סוג החומר המעובד:

➤ פלדות קשות, פלדות רכות, חומרים אל-ברזליים, פלדות פחמן, פלדות מסוגסגות, יציקות, מתכות אל-ברזיליות, חומרים אל מתכתיים ועוד.

סוג העיבוד:

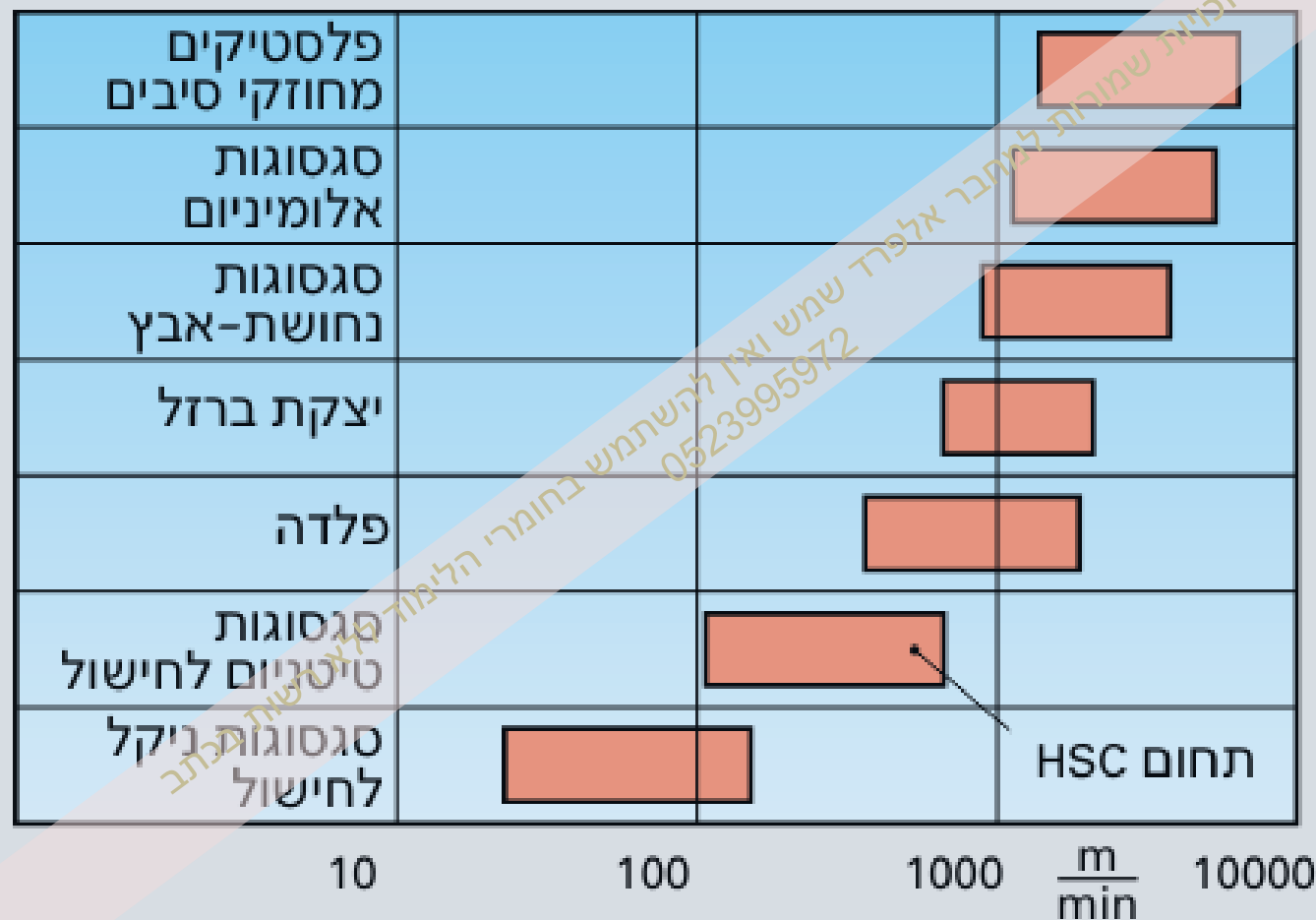
➤ לפי שטח חתך השבב (עיבוד גס, עיבוד גמר)
➤ לפי הקדמה (בכרסום שווה/נגדית)

גורמים נוספים:

➤ קירור, יציבות המכונה, הספק ונצילות המנוע, דפינת המוצר ודפינת הכלי ועוד, משפיעים גם הם על קביעת מהירות החיתוך

מהירות החיתוך

טבלה של תחום של מהירויות חיתוך בהתייחסות לחומר נתון



לחומר

מהירות חיתוך v_c →

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך

קביעת מהירות החיתוך Vc

עיבוד במהירות חיתוך מתאימה = בתנאים אופטימליים מבחינת זמן העיבוד, שמירה על כלי החיתוך, טיב השטח והמכונה.

עיבוד במהירות חיתוך לא מתאימה = לשבירת הכלי, לשריפתו, לזמן עיבוד ארוך ובלאי מואץ של הכלי והמכונה.

את מהירות החיתוך קובעים בטבלאות של יצרן הכלים, לפי סוג החומר המעובד, סוג הכלי המעבד וסוג העיבוד. (יצרן הכלים - ישראלי עבוד שימת מתק"ש IC 808 מקבוצת P ISO בעיבוד של **פלדה לא מסוגסגת**, בדרגת קשיות HB,130-180 בריןל, ההמלצה לעיבוד גם היא 160 מטר לדקה ולעיבוד גמר **240 מטר לדקה**).

מהירות החיתוך

קביעת מהירות החיתוך Vc

ביחס לאותה השימה עבור חומרים אחרים, נראה שמהירויות החיתוך משתנות לפי דרגת הקושי של העובד. לדוגמה, בעיבוד של **סגסוגת פלדה קשה** עם אותה השימה, מהירויות החיתוך יהיו: לעיבוד גס 130 מטר לדקה ולעיבוד גמר **170** מטר לדקה.

לא כל שימה תתאים לעיבוד של **חומרי גלם שונים**. למשל השימה IC 5400 **אינה** מתאימה לעיבוד של ברזל יציקה.

מהירות החיתוך היא תלות של סוג השימה, סוג החומר המעובד וסוג העיבוד (גס/גמר). בנוסף,

בעיבוד גס מהירות החיתוך תקטן בהשוואה לעיבוד גמר, ובחומרים קשים מהירות החיתוך תקטן בהשוואה לחומרים רכים.

גורם נוסף המשפיע על בחירת מהירות החיתוך, הוא משך העיבוד באותה השימה. ככל שזמן העיבוד יהיה ארוך יותר מהירויות החיתוך יקטנו ולהיפך.



כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך

Vc - מהירות חיתוך במטר לדקה						סוג החומר המעובד					קבוצה לפי תקן
IC 830		IC 5400		IC 808		קבוצת חומר לפי סימון ישקר	קשיות חומר הגלם	הגדרת החומר		תיאור חומר הגלם	ISO ISO513/ DIN
גס	גמר	גס	גמר	גס	גמר			DIN W.-Nr.	AISI/ SAE/ ASTM		
150	170	160	200	160	240	1	HB 130 - 180	1.004	1020	פלדה לא משוכללת	P
130	150	140	160	150	180	8	HB 260 - 300	1.6582	4340	סגסוגות פלדה	
100	120	110	130	110	140	9	HRc 35 - 42	1.5714	4340	סגסוגות פלדה	
130	150	120	150	130	170	10	HB 200 - 220	1.2344	H13	סגסוגות פלדה קשה	
180	220	-	-	180	240	16	HB 250	0.6025 (GG25)	Claas40	ברזל יציקה אפור	
160	180	-	-	160	200	17	HB 200	0.7060 (GGG25)	Claas 65-45-12	ברזל יצוק	
60	80	80	110	80	110	38.1	HRc 45-49	1.2343	H11	פלדה קשה	
-	-	-	-	50	70	38.2	HRc 50-55	1.2338	H11	ברזל יצוק	

טבלת נתוני שיבוב
עבור שימות מתק"ש
לפי חומרי הגלם
וסוג הסכין

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך



משך זמן העיבוד בפינה חותכת

בטבלאות של יצרני הכלים, יש התייחסות למהירות החיתוך הנתונה בזמן עיבוד מוגדר. **הזמן משתנה ויכול להיות בדקות או בשעות**, בהתאם למשתנים הגורמים לבילאי של הכלי במהלך השיבוב.

נתוני השיבוב מתבססים על אורך חיים. ניתן להגדיל את זמן העיבוד על ידי **הקטנת מהירות החיתוך** ואז זמן העיבוד של הכלי גדל יחד עם זמן העיבוד של המוצר שגדל. יש חיסכון מצטבר של **עלויות השימה ועלויות זמן ריקם**, הנובע מעצירת המכונה והחלפת שימה, מול עלות זמן ייצור שגדל נפח שיבוב קטן.

במכונות אוטומטיות ומכונות - CNC, יש לקחת בחשבון כללי של רווח והפסד את **עלות הזמן של החלפת השימה/הכלי**, מול עלות השימה ולקבוע זמן ומהירות חיתוך מתאימים כדי להשיג תוצאה אופטימלית.

לצורך הקטנת מהירות החיתוך והגדלת זמן העיבוד בשימה משתמשים בנוסחאות מתאימות ובמקדם טיילור שבאמצעותו ניתן לחשב מהירות חיתוך חדשה עבור זמן

עיבוד נקוב כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך



מהירות החיתוך בכרסום

מהירות החיתוך בכרסום נשארת קבועה בכל מהלך העיבוד, כאשר עובדים עם אותו הכלי ובאותו חומר העובד. מה שקובע את מהירות החיתוך הוא קוטר הכרסום, שאינו משתנה במהלך העיבוד כמו בחריטה.

יש השפעה ניכרת לסוג הכרסום, מספר השיניים, צורתו, מידותיו וגודל השבב בקביעת מהירות החיתוך.

לדוגמה: עבור עיבוד פלדה SAE - 4340 HRC - 28 שימת מתק"ש IC 830 בעיבוד עם כרסום קנה $\varnothing 50$ בעל שלוש שיניים, נתוני העיבוד הם - מהירות החיתוך: 100 מטר לדקה, אורך חיי כלי: 50 דקות לפינה חותכת.

מהירות החיתוך



טבלה למהירויות חיתוך V_c בכרסום

חומר גלם: SAE4340 HRC 28 מחזיק הכלי: T445 SM D050-47-3-32-13	
50	קוטר הכלי במ"מ
3	מספר שיניים
T480 LNM 1306 PNTR	סימון ונתוני השימה
IC830	שימה (הרכב המתכת"ש)
100	מהירות חיתוך במטר לדקה V_c
0.20	(קידמה במ"מ לשן) FZ
382	קידמה במ"מ לדקה של השולחנות
45	עומק החתך במ"מ
30	רוחב החתך מ"מ
אוויר	קירור
50	אורך חיי הכלי בדקות

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך



הסל"ד RPM בעיבוד השבבי - הקדמה

סל"ד – סיבובי הכוש בדקה Revolutions Per Minute

הסל"ד מושפע:

בחריטה: ממהירות החיתוך וקוטר העובד.

בכרסום: ממהירות החיתוך וקוטר הכלי.

בקידוח: ממהירות החיתוך וקוטר המקדח.

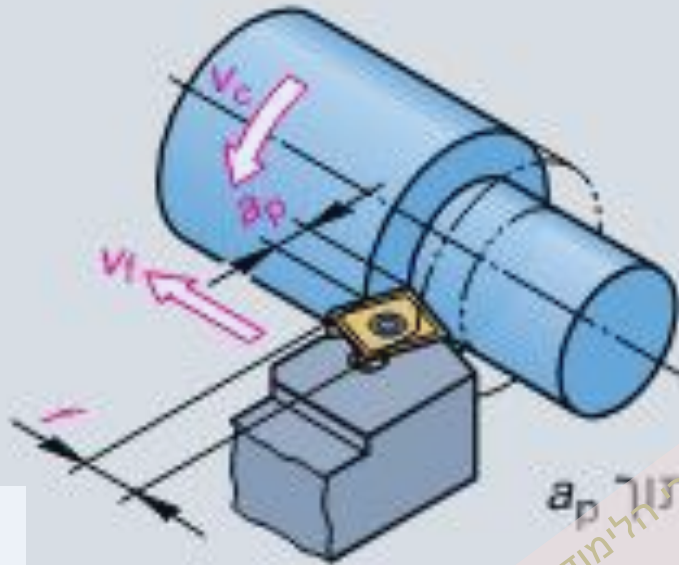
את סיבובי הכוש המשתנים משיגים בעזרת מנוע, הייבש הילוכים ורצועות.

במכונות קונבנציונאליות, לא תמיד ניתן להציב במדויק את הסל"ד שחושב, לכן מציבים את הסל"ד הקרוב ביותר שמתקבל

מהירות החיתוך



קידמה במ"מ לסיבוב V_f



מהירות קידמה V_f

מהירות קידמה V_f היא מהירות התנועה הקווית

הקדמה היא המהירות שבה נע הכלי לאורך השטח טעון העיבוד

בתוכניות CNC מהירות הקדמה מוגדרת באות-F

סוגי קדמות בעיבוד השבבי

קידמה במ"מ לסיבוב $vf \text{ mm / rev}$

מהירות קידמה במ"מ לסיבוב שבאיור נהוגה בחריטה ובקידוח, נקבעת בחריטה לפי היחס שבין סיבוב אחד של העובד להתקדמות הכלי ובקידוח בין סיבוב אחד של המקדח להתקדמותו.

כיוון שהערכים מייצגים דרך בזמן לכן, הקדמה מוגדרת כמהירות כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

מהירות החיתוך



מהירות קידמה V_f

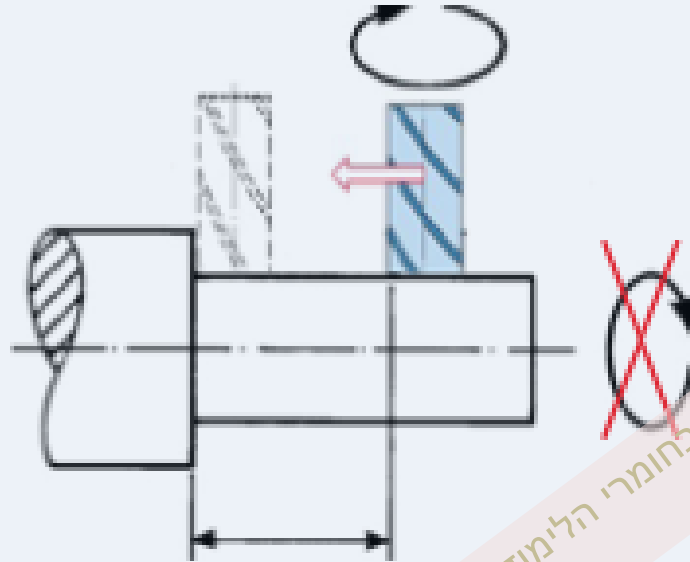
קידמה במ"מ לדקה בחריטה בכרסומת

סוגי קדמות בעיבוד השבבי

קידמה במ"מ לדקה $v_f \text{ mm/min}$

קידמה במ"מ לשן המוגדרת f_z

קידמה $^\circ/\text{min}$ מעלות לדקה f



מהירות קידמה במ"מ לדקה $v_f \text{ mm/min}$

נקבעת לפי ההתקדמות במ"מ של הכלי כלפי העובד, או העובד כלפי הכלי במשך דקה.

קידמה זו מקובלת בכרסום.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מהירות החיתוך



מהירות קידמה V_f

קידמה במ"מ לדקה בכרסום



$$f_{\text{mm/min}} = f_z \cdot Z \cdot n$$

$V_f \text{ mm/min}$ = קידמה במ"מ לדקה.
 f_z = קידמה לשן.

Z = מספר שיניים בכרסום.
 n = סל"ד הכוש (כלי / עובד).

סוגי קדמות בעיבוד השבבי

קידמה במ"מ לדקה $V_f \text{ mm/min}$

קידמה במ"מ לשן המוגדרת f_z

קידמה $^\circ/\text{min}$ מעלות לדקה f

קיימים כרסומים שונים, הן במבנה שלהם והן בכמות השיניים / הלהבים ובהיקפם. ככל שיש יותר שיניים בהיקף הכרסום מהירות הקדמה במ"מ לדקה תגדל, בעוד שהקדמה לשן תישמר ולהיפך.

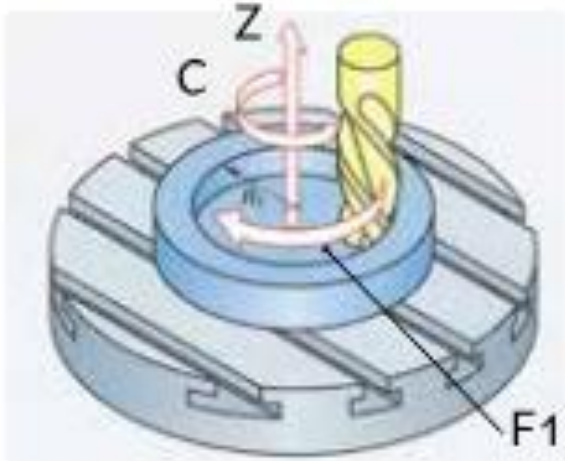
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב.
0523995972

מהירות החיתוך



מהירות קידמה V_f מעלות לדקה

מהירות קידמה $^\circ/\text{min}$ מעלות לדקה



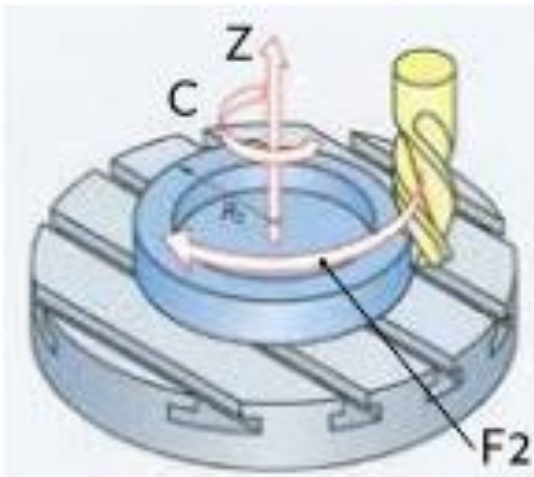
מהירות קידמה במ"מ לדקה או במ"מ לסיבוב מתייחסת למרחק שעושה השולחן/כוש בקו ישר

בכל נקודה שנבחר על הציר הסיבובי, מספר הסיבובים יהיה זהה.

ככל שנתרחק ממרכז הסיבוב, הדרך שהכלי עובר תהיה ארוכה יותר בדומה למהירות החיתוך.

לכן, את מהירות הקדמה בצירים הסיבוביים נקבע בערכים של מעלות - דרך, לדקה - זמן ($^\circ/\text{min}$)

(



מהירות החיתוך



מהירות קידמה V_f מעלות לדקה

$$V_f = \frac{F \cdot L}{360}$$

$$V_f = \frac{F \cdot d \cdot \pi}{360}$$

V_f = מהירות הקדמה במ"מ לדקה.

F = מהירות קידמה במעלות לדקה $^{\circ}/\text{min}$.

L = היקף המעגל המבוצע במ"מ.

360 = סה"כ מעלות בסיבוב שלם.

d = קוטר העיבוד.

$\pi = 3.14$.

$$F = \frac{V_f \cdot 360}{d \cdot \pi}$$

F = מהירות קידמה במעלות לדקה $^{\circ}/\text{min}$.

V_f = מהירות הקדמה במ"מ לדקה.

360 = סה"כ מעלות בסיבוב שלם.

d = קוטר הקשת / מעגל המבוצע במ"מ.

$\pi = 3.14$ מספר קבוע המגדיר את היחס בין

קוטר הגליל והיקפו

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

סיכונים עיקריים בעיבוד שבבי

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב
0523995972

סיכונים עיקריים בעיבוד שבבי

לפי החוק, על המעסיק לדאוג שרמות הסיכונים במקום עבודה יהיה נמוכות מכדי לגרום לתאונה, או פציעה או מחלה של העובדים

- פקודת הבטיחות בעבודה {נוסח חדש} תש"ל 1970
- תקנות

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.

סיכונים עיקריים בעיבוד שבבי

קבוצות הסיכון העיקריות בעיבוד שבבי

קבוצת הסיכון	מקור הסיכון	תוצאות / פגיעות אפשריות
סיכונים מכניים	נקודת המגע של כלי החיתוך עם העובד במכונה ("נקודת העבודה הפעילה")	חתכים בידיים ורגליים. מכות יבשות. פגיעות בכל הגוף מחלקים עפים. נקע או שברים בעצמות. נכות זמנית או תמידית (קטיעת אברים). פציעות קשות או מוות.
	תנועה סיבובית של חלקי מכונה (כוש, בורג מוביל)	
	תנועה מחזורית של חלקי מכונה (הלוך-וחזור או מעלה-ומטה)	
	תנועה קווית רצופה של חלקי מכונה (שולחן נע)	
	החלקים הנעים של מערכת מקור הכוח (רצועות, גלגלי שיניים, תיבת הנעה)	
	נקודות בולטות או קרובות לחלקים נעים, פינות חדות של חלקים	
	שבבי מתכת וגופים העפים תוך כדי פעילות העיבוד השבבי	

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

קבוצות הסיכון העיקריות בעיבוד שבבי

קבוצת הסיכון	מקור הסיכון	תוצאות / פגיעות אפשריות
סיכונים פיזיקליים	נפילות, מעידות או החלקות של עובדים, עקב מכשולים במעברים או שלוליות שמן	נקע או שברים בעצמות. פציעות קשות או מוות. פגיעות ראש או חלקי גוף אחרים. התפוצצות, התות רסיסים.
	פעולות הרמה לא נכונות – בצורה ידנית.	
	תפעול לקוי של מלגזה או של גשר עולי נפילת חפצים	
	מערכות לחץ גבוה	
סיכונים הקשורים לאנרגיה חשמלית	מקור מתח גבוה. עבודה במערכות או בכלי חשמל פגומים. חוסר הארקה או הארקה פגומה. פגיעת ברק.	התחשמלות. כווית חשמל. מוות.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

קבוצות הסיכון העיקריות בעיבוד שבבי

קבוצת הסיכון	מקור הסיכון	תוצאות / פגיעות אפשריות
סיכונים הקשורים בחומרים מסוכנים	חומרים רעילים (למשל בריליום). כימיקלים, חומרי פלסטיק ומרוכבים. חומרים רדיואקטיביים (למשל טוריום).	מחלות עור. אלרגיות. מחלות. נשימה.
סיכונים הקשורים בחום וקור	חידרת אבק או אדים, הנוצרים בתהליך העיבוד, לגוף דרך דרכי הנשימה, או פצע פתוח.	הרעלות. סרטן.
סיכונים הקשורים בחום וקור	חיכוך פנימי וחיכוך באיזור יצירת השבב. חומרים בעלים ודליקים (למשל מגנזיום). ריאקציות כימיות.	התלקחות ואף התפוצצות. מכת חום.
סיכונים קרינה	חומרים קריוגניים (CRYOGENIC) אור חזק ומסנוור. מכשירי לייזר.	כוויות קור. פגיעה בראייה. עיוורון.
סיכונים 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.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

סיכונים עיקריים בעיבוד שבבי

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.

יש להעריך רמת כל סיכון שזוהה ואת עוצמת הפגיעה הנופנית והנזק לרכוש שעלולים להיגרם במקרה של התרחשות אירוע או תאונה

לצורך הערכה כזו יש לקחת בחשבון:

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

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

סיכונים עיקריים בעיבוד שבבי

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 סכנת סיכון נמוכה יותר.

בידודו 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. כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

המאפיינים הבסיסיים שנדרשים מאמצעי מיגון יעיל

- **למנוע מגע.** למנוע מהידיים, מהזרועות או מכל חלק גוף אחר של העובד, לבוא במגע שלא במתכוון עם חלקי מכונה בתנועה מסוכנת. מגן טוב נחשב מגן שאינו מאפשר למפעיל המכונה או לעובד אחר ליצור מגע עם החלקים המסוכנים, על-ידי עקיפתו או ניטרולו של המגן.
- **להיות מחוץ ובטוח.** המגן חייב להיות בנוי מחומרים עמידים לתנאי העבודה. המגן חייב להיות מחוץ למסגרת, או למתקני דפינה, בעזרת ברגים או קשיחים שלא ניתנים לפירוק מהיר וקל.
- **להגן על המפעיל מפילת עצמים.** המגן חייב להבטיח שכלים או חלקים קטנים לא ייפלו על חלקי מכונה נעים או סובבים דבר שעלול להפכם ל"רסיסים" עפים ומסוכנים.
- **לא ליצור סיכונים חדשים — בעצמו.** פינות חדות, שטחים לא מעובדים או נקודות גזירה, יכולים לגרום לחתכים בידיים. קצוות המגן חייבים להיות תמיד מעוגלים, ללא פינות חדות.
- **לא להפריע לעבודה.** מגן חייב להיות מתוכנן כך, שלא ימנע מהמפעיל גישה מהירה ועבודה נוחה. שאם לא כן, יאבד המגן את יעילותו, מכיוון שהעובדים ינסו לעקפו ולא להשתמש בו.
- **לאפשר סיכה ותחזוקה נוחה.** מגן חייב להיות מתוכנן כך, שיתאפשר סיכה או פעולות פשוטות של תחזוקה שוטפת, ללא צורך בהסרתו או התקרבות לאיזורים כל הזכיות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב מסוכנים.

מיון האמצעים למניעת תאונות

קיימות שיטות רבות ומגוונות למיגון מכונות.

הגורמים הסטטיסטיים על קביעת אופן המיגון של מכונה מסוימת הם:

- ◆ סוג הפעולה;
- ◆ גודל וצורת חומר הגלם;
- ◆ שיטת השינוע;
- ◆ שיטת הטעינה והפריקה של כלים, חומרי גלם ועובדים;
- ◆ תצורת איזור העבודה;
- ◆ סוג החומר המעובד;
- ◆ דרישות הייצור או הגבלותיו.

ניתן למיין את אמצעי המיגון ל-6 קבוצות:

1. מגינים

- ◆ קבועים;
- ◆ משולבים עם עצירת הפעולה;
- ◆ ניתנים לכיוונון;
- ◆ עם כיוונון עצמי.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

לכל סוג מגן יש יתרונות וחסרונות, כפי שמפורט בטבלה משמאל

סוג המגן	פעולת המיגון	יתרונות	חסרונות
קבוע	מספק מחסום	מותאם ליישומים ייחודיים. ניתן לייצר בבית המלאכה. מספק מיגון מרבי. בדרך כלל לא דורש תחזוקה. מתאים לייצור סדרתי.	מגביל את שדה הראייה. מוגבל לפעולות ייחודיות. כל כיוון או תיקון של מכונה מחייב הסרתו ונקיטת אמצעי בטיחות אחרים לאנשי האחזקה.
משולב עם עצירת הפעולה	מפסיק את מקור הכוח או עוצר את פעולת המכונה לפני שהמפעיל נכנס לאזור המסוכן. מונע התנעת המכונה כאשר המגן פתוח או שאינו במקומו הנכון.	מספק מיגון מרבי. מאפשר גישה נוחה למכונה לצורך תיקון תקליי	דורש כיוון מדויק. נדרשת תחזוקה. אפשר לנטרלי בקלות נזקים לעתים קרובות למפסקים ולסולנידים.



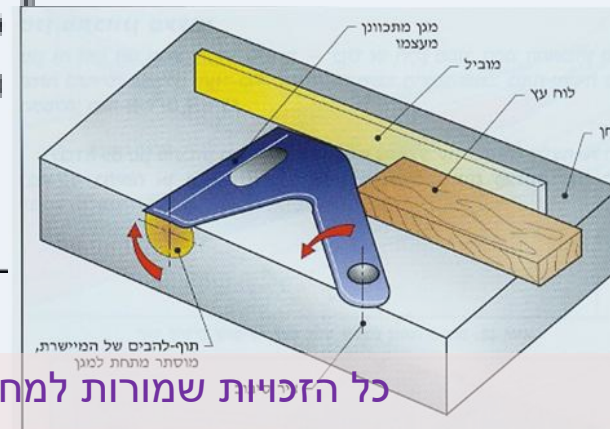
כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

לכל סוג מגן יש יתרונות
וחסרונות, כפי שמפורט
בטבלה משמאל



סוג המגן	פעולת המיגון	יתרונות	חסרונות
קבוע	מספק מחסום	מותאם ליישומים	מגביל את שדה
ניתן לכיוונון	מספק מחסום הניתן לכיוונון בהתאם לגודל וצורת חומר הגלם.	מותאם ליישומים ייחודיים רבים. ניתן לקלוט מיגוון רחב של חומרי גלם.	אינו מספק הגנה לכל מצב – הידיים יכולות להיכנס לאיזור המסוכן. דורש כיוונון לכל מוצר מחדש. ניתן לפירוק על-ידי המפעיל. לעתים מגביל את שדה הראייה.
בעל כיוונון עצמי	מספק מחסום, שזע בהתאם לגודל חומר הגלם הנכנס לאיזור המסוכן. שאינו במקומו הנכון.	קל לנעוה מרכיבי מדף סטנדרטיים בשוק המסחרי.	אינו מספק הגנה מירבית. מגביל את שדה הראייה. דורש כיוונון ותחזוקה



כל הזכיות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מיון אמצעים למניעת תאונה

2. מנגנוני ביטחון

- ♦ מפסיקים את פעולת המכונה אם יד או חלק גוף אחר של המפעיל נכנסים בטעות לאיזור הסכנה;
- ♦ מגבילים את תנועות ידיו של המפעיל ברגע של התקרבות לאיזור הסכנה;
- ♦ מאפשרים עצירות חירום;
- ♦ מחסומים ניידים משולבים עם מנגנוני הפעלת המכונה, כדי להבטיח שלא ניתן להפעילה כל זמן שהם פתוחים.

3. מיקום/מרחק

4. הזנת חומרי הגלם והוצאת החלקים המוגמרים

5. עזרי בטיחות שונים

6. הדרכה נאותה

בהמשך נפרט את אמצעי המיגון השונים.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מנגנוני ביטחון

קיים מיגוון רב של מנגנוני ביטחון למיגון מכוונות. חלק מהם מתואר בהמשך.

מנגנון ביטחון בעל חיישני נוכחות

מנגנוני ביטחון פוטו-אלקטריים (אופטיים) משתמשים בקרן אור ובקרים, שמפסיקים את מחזור פעילות המכונה ברגע ששדה האור מופרע על-ידי תנועה או עצם – בדרך כלל יד המפעיל.

מנגנוני ביטחון המופעלים על-ידי גלי רדיו.

מנגנוני ביטחון אלה משתמשים באנטנות ובקרים שמפסיקים את מחזור פעילות המכונה ברגע ששדה גלי התדר מופרע על-ידי תנועה או עצם – בדרך כלל יד המפעיל.

מנגנוני ביטחון אלקטרו-מכניים.

לחיישן או לאלמנט אחר היוצר מגע, נקבע מראש מהלך תנועה שיש להשלים עד להפעלת המכונה. כל מיכשול המונע את השלמת מהלך החיישן גורם להפסקת המחזור ועצירת המכונה.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מנגנוני ביטחון

מנגנוני ביטחון, המושכים את המפעיל או מגבילים את תנועתו

מנגנונים אלה שימושיים בעיקר במכוונות שיש להן מהלכי כוח אנכיים, למשל מכבשים. מנגנוני משקל כוללים מערכת רצועות, הקשורות לידין של המפעיל. הרצועות מאפשרות גישה לנקודות הפעולה, כאשר החלק הנע מרוחק מאיזור הסכנה. בזמן התהליך, כאשר המכונה במהלך ירידה, הרצועות (בעזרת מנגנון מכני) מושכות אחורה את ידין של המפעיל או מגבילות את תנועתו.

מפסקי חירום

מפסקי חירום הם מנגנוני עצירה הממוקמים כך, שהעובד יוכל להפעילם מיידית במקרה שהוא נקלע למצב מסוכן עקב פעולת המכונה. המפסק יכול להיות כבל עצירה, מוט רגיש ללחץ גוף או התקן מכני אחר (טריפוד).

לכל הסוגים של מנגנוני הביטחון יש יתרונות וחסרונות המסוכנים הטבלה בעמוד הבא.

סוג המנגנון	פעולת המיגון	יתרונות	חסרונות
פוטו-אלקטרי (אופטי)	כאשר בזמן הפעולה, יד או חלק גוף אחר של המפעיל חוסם את גלי האור, מופעלת עצירה מיידית של המכונה. המכונה לא תופעל כאשר שדה האור מופסק.	מאפשר חופש פעולה למפעיל המכונה.	אינו מגן נגד תקלה מכנית; דורש כיוונון וכיול תדיר; הרכיבים האופטיים עלולים להינזק עקב רעידות חזקות; מוגבל למכונות הניתנות לעצירה.
מופעל על ידי גלי רדיו	כאשר בזמן הפעולה, יד או חלק גוף אחר של המפעיל נכנס לשדה גלי הרדיו, מופעלת עצירה מיידית של המכונה. המכונה לא תופעל כאשר שדה גלי הרדיו מופסק.	מאפשר חופש פעולה למפעיל.	אינו מגן נגד תקלה מכנית; דורש כיוונון וכיול אנטנות; מוגבל למכונות הניתנות לעצירה.
אלקטרו-מכני	מסלול תנועה של לחצן או חיישן נקבע מראש בין המפעיל ובין איזור הסכנה. במידה ותנועת החיישן נתקלת במכשול, נפסקת פעולת המכונה.	מאפשר גישה לנקודת העיבוד.	יש לכווין את הלחצן או החיישן לכל יישום; הכיוונון חייב להיות מדויק.
מפסקי חירום	מפסיקים את פעולת המכונה ברגע הפעלתם.	פשטות השימוש.	כל המפסיקים מופעלים ידנית; מיקומם עלול להקשות על המפעיל להגיע אליהם; מגינים רק על המפעיל. נדרשים מתקנים מיוחדים לבלמת פעולת המכונה.

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומר הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

מנגנוני ביטחון

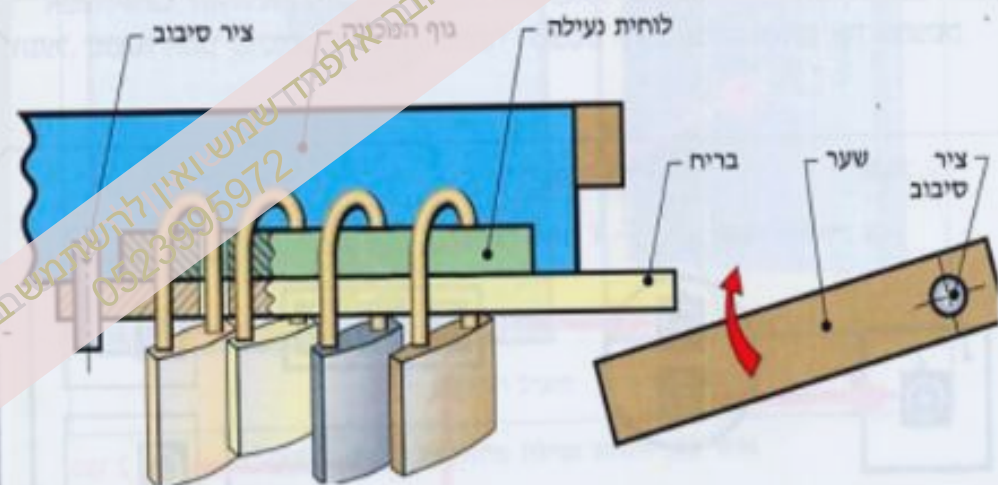
סוג המנגנון	פעולת המיגון	יתרונות	חסרונות
מגן משולב (שער או דלת מגן)	מספקים מחסום בין האיזור המסוכן ובין המפעיל או עובדים אחרים.	מונעים גישה או אפשרות כניסה לאיזורים מסוכנים.	מחייבים ביקורות ותחזוקה. עלולים להגביל את שדה הראייה של העובד

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב
0523995972



אמצעי בקרה

נעילה ופיקוד



סכנה
אין להפעיל
המכונה במיפול

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

נקודות נוספות איליהן יש לשים לב

- מרחב עבודה, מקום עמידה/ישיבה
- מניעת לכידה
- אחסון חומר גלם
- אחסון החומר המעובד
- תאורה (אפקט סטרובוסקופי)
- אבק , רעש , התזה
- מפסק חשמל , מחוץ למכונה לכל מכונה
- מניעת הפעלה מקרית, מקום ההפעלה, סימון, עצירה
- אחזקה (בדיקה, ניקיון, סיכה, כוונון)
- אזהרה מפני הפעלה אוטומטית
- אינסטלצית חשמל, קיטור, אויר דחוס, הארקה וכו'
- מניעת דליקה

כל הזכויות שמורות למחבר אלפרד שמש ואין להשתמש בחומרי הלימוד ללא רשות בכתב

0523995972

- **תקנה 3 – צירוף הוראות הפעלה, אחזקה ובטיחות**
- **(א) יצרן, יבואן, סוכן, משווק או מוכר של מכונה או פריט יצרף אליהם הוראות הפעלה, אחזקה ובטיחות (להלן – הוראות) בשפה העברית; למכונה או פריט מיובאים יצורפו גם הוראות בשפה האנגלית.**
- **(ב) למכונה או פריט שנועד להרכבה יצורפו, נוסף על ההוראות האמורות בתקנת משנה (א), הוראות הרכבה והרצה והוראות בטיחות בהרכבה בשפה העברית; למכונה או פריט מיובאים יצורפו הוראות אלה גם בשפה האנגלית.**
- **(ג) הוצמדה למכונה או פריט תווית הוראות בטיחות והפעלה בשפה זרה, תתורגם התווית לשפה העברית ותוצמד למכונה או לפריט."**