

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשע"ח, 2018

סמל השאלון: 710911

נספחים: א. (לשאלה 3) תוכנית עיבוד CNC

ב. (לשאלה 6) מכלול מרותך

ג. (לשאלה 10) טבלאות לסגסוגות

אלומיניום

ד. מילון מונחים

גיליון פעולות (דו-צדדי, 2 עותקים)

תהליכי ייצור ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שש שאלות, כמפורט להלן:

- בפרק הראשון עליך לענות על שאלה 1 – שאלת חובה (20 נקודות).
 - בפרקים שני עד חמישי עליך לענות על שאלה אחת מכל פרק, ועל שאלה אחת נוספת מאחד הפרקים על-פי בחירתך (16 נקודות לכל שאלה).
- סך-הכול: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, כלי סרטוט, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את כל השאלון וודא שההנחיות מובנות לך.
2. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.
4. בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
5. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, רוסית ואנגלית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה, יש לצרף את הנספחים א' ו-ב' ואת גיליונות הפעולות למחברת הבחינה.

בשאלון זה 17 עמודים ו-16 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

◀ המשך מעבר לדף

השאלות

פרק ראשון: תכנון תהליך טכנולוגי

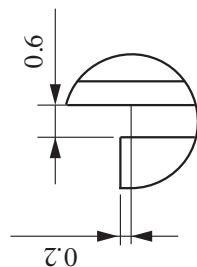
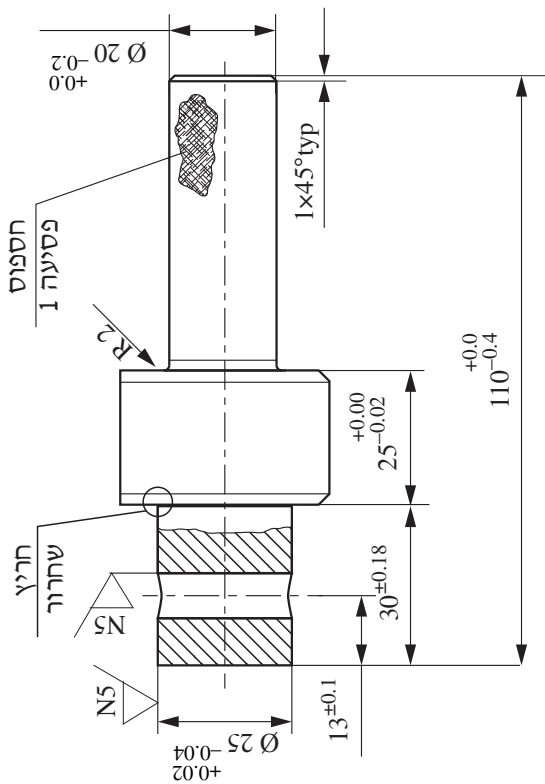
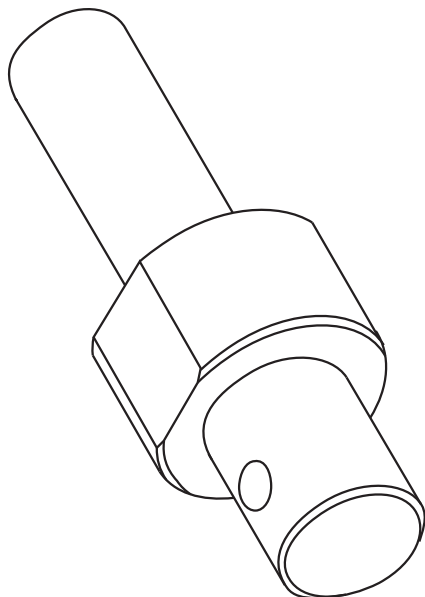
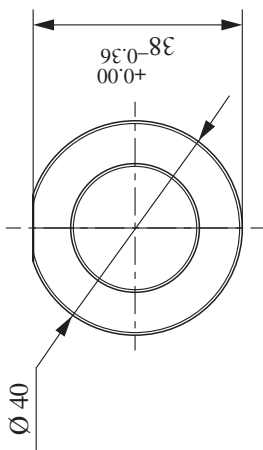
ענה על שאלה 1 – שאלת חובה (20 נקודות).

שאלה 1

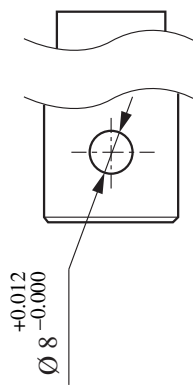
באיור לשאלה זו מסורטט חלק העשוי פלדה. מאמץ השבר של הפלדה הוא: $\sigma_B = 1,000 \text{ MPa}$, והצפיפות של הפלדה היא: 7.8 g/cm^3 . יש לייצר את החלק בסדרות. בכל סדרה 100 יחידות, מחומר גלם בעל חתך עגול. אורכו של החלק הוא 115 mm, וקוטרו הוא 45 mm. בתשובתך, השתמש בגיליונות הפעולות המצורפים לשאלון.

- א. חשב את המסה m של חומר הגלם הדרוש לייצור של 100 יחידות. הצג את חישוביך במחברתך, ורשום את המידות של חומר הגלם ואת ערך המסה במקומות המתאימים בגיליון הפעולות.
- ב. תאר בגיליון הפעולות את התהליך הטכנולוגי של ייצור החלק. כלול בתיאורך תרשימים ברורים של פעולות העיבוד השבבי, ורשום את השמות של פעולות הגימור הנדרשות לייצור החלק. בכל פעולה קבע את ההצבות ואת השלבים הנדרשים. הסתמך בקביעותיך על המידות ועל הסבולות הנתונות בסרטוט החלק שבאיור לשאלה.
- ג. היעזר בטבלה שבעמוד 4 וקבע לצורך כרסום של המשטח הישר את הערכים האלה: מהירות חיתוך $v_c [\text{m/min}]$, קידמה לשן $f_z [\text{mm/tooth}]$, היגש $a [\text{mm}]$. חשב את הקידמה לסיבוב, f. התחשב בכך שהכֶּרְסוּם יתבצע באמצעות כֶּרְסוּם אצבע בעל ארבע שיניים, העשוי מ-H.S.S. הצג את הערכים שקבעת ואת הערך שחישבת, במחברתך.

סבולת כללית: +0
 -0.25



פרט - חריץ שחרור
 קנ"מ 5:1



איור לשאלה 1

נתוני שיבוב בכרסומי H.S.S.

			קידמה לשן, f_z		
חומר עובד	תכונות מכניות	מהירות, v_c	כרסום אצבע	כרסום פנים	כרסום דיסקה
אלומיניום ונתכים		150	0.1 – 0.1	0.5 – 0.07	0.3 – 0.07
נחושת ונתכים		50	0.1 – 0.02	0.4 – 0.06	0.3 – 0.06
יצקת ברזל	HB < 200	23	0.06 – 0.01	0.4 – 0.06	0.3 – 0.06
	HB > 200	25	0.05 – 0.01	0.4 – 0.06	0.25 – 0.05
פלדות	$\sigma_B < 600$	45	0.1 – 0.02	0.35 – 0.05	0.25 – 0.05
	$600 < \sigma_B < 800$	34	0.09 – 0.02	0.3 – 0.03	0.2 – 0.03
	$800 < \sigma_B < 1,100$	28	0.08 – 0.02	0.3 – 0.02	0.15 – 0.02
	$\sigma_B < 1,100$	18	0.06 – 0.01	0.25 – 0.2	0.15 – 0.02
פלב"מ	HB < 225	25	0.06 – 0.01	0.2 – 0.04	0.18 – 0.04
	HB > 225	20	0.06 – 0.01	0.15 – 0.02	0.12 – 0.02

קידמה לשן - $f_z \left[\frac{\text{mm}}{\text{tooth}} \right]$

מהירות חיתוך - $v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right]$

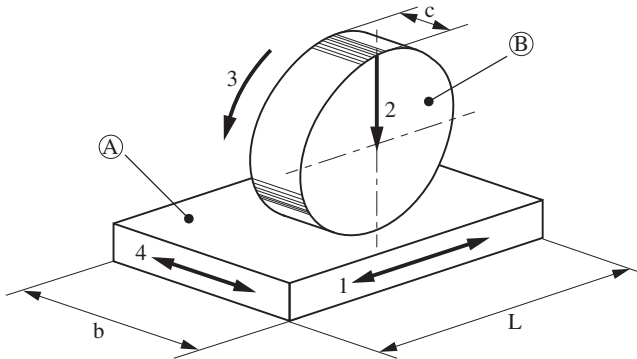
היגש - $a [\text{mm}]$:

- בעיבוד גס: $4 \div 8$

- בעיבוד עדין: $1 \div 1.5$

הדבק את מדבקות הנבחן שלך במקומות המיועדים לכך בגיליונות הפעולות שהשתמשת בהם, וצרף את הגיליונות למחברתך.

פרק שני: עיבוד שבבי ומתקני ייצור



איור לשאלה 2

שאלה 2

באיוור לשאלה זו מתוארת פעולת
השחזה מישורית של עובד A באמצעות
משחז B.

אופן ההשחזה מתואר בתנועות המצוינות באיור בספרות 1-4.

נתון: $c < b$

- א. רשום את שמה של כל אחת מן התנועות 1 – 4, והסבר את משמעותה.
- ב. המשחז עשוי מגרגרים. ציין **שלוש** תכונות המאפיינות את גרגרי המשחז.
- ג. יש לבצע השחזה גלילית לחלק העשוי פלדה מחוסמת SAE 1040 בקוטר של 50.5 mm . בסיום פעולת ההשחזה, החלק צריך להיות בקוטר של 50 ± 0.01 mm .

נתונים:

- | | | |
|--------------|------------------------------|---|
| L = 200 mm | אורך העובד: | - |
| D = 150 mm | קוטר המשחז: | - |
| c = 20 mm | רוחב המשחז: | - |
| N5 | טיב העיבוד של העובד: | - |
| 60 HRC | הקשיות של חומר העובד: | - |
| Fz = 90 N | הרכיב האופקי של כושר החיתוך: | - |
| $\eta = 0.9$ | הנצילות המכנית של ההשחזה: | - |

היעזר בטבלה שבעמוד הבא, וחשב את:

1. זמן העיבוד של החלק.
2. ההספק של המנוע המסובב את אֵלֶפֶן ההשחזה.
3. ההספק של המנוע המסובב את העובד.

תנאי שיבוב בהשחזה גלילית חיצונית

חומר עובד	קשיות	מהירות חיתוך V_c	מהירות סיבוב עובד V_o	היגש a		קידמה f	
				גס	גמר	גס	גמר
פלדת פחמן	$HRC < 48$ $48 < HRC < 65$	2000 – 1700 2000 – 1700	30 – 20 30 – 20	0.050	0.012	$0.50 \times B$	$0.15 \times B$
				0.050	0.012	$0.25 \times B$	$0.12 \times B$
פלדות נתך	$HRC < 48$ $48 < HRC < 65$	2000 – 1700 1200 – 900	30 – 20 30 – 20	0.050	0.012	$0.50 \times B$	$0.15 \times B$
				0.050	0.012	$0.25 \times B$	$0.12 \times B$
פלכ"ם	$HB < 275$ $HB > 275$	2000 – 1700 2000 – 1700	30 – 15 30 – 15	0.050	0.012	$0.50 \times B$	$0.15 \times B$
				0.025	0.012	$0.25 \times B$	$0.12 \times B$
יציקות פלדה	$HRC < 48$ $HRC > 48$	2000 – 1700 2000 – 1700	30 – 20 30 – 20	0.050	0.012	$0.50 \times B$	$0.15 \times B$
				0.025	0.012	$0.25 \times B$	$0.1 \times B$
אלומיניום ונתכים	$HB < 150$	2000 – 1700	45 – 20	0.050	0.012	$0.30 \times B$	$0.15 \times B$
נחושת ונתכים		2000 – 1700	30 – 20	0.050	0.012	$0.30 \times B$	$0.15 \times B$
נתכי טיטניום		1800 – 1200	30 – 15	0.025	0.012	$0.20 \times B$	$0.10 \times B$

[m/min] V_c – מהירות חיתוך

[m/min] V_o – מהירות סיבוב העובד

[mm] a – היגש

[mm] B – רוחב המשחז

[mm/rev] f – קידמה

שאלה 3

באיור לשאלה זו (המופיע בעמוד הבא) מתואר חלק שיש לייצרו מסגסוגת אלומיניום, A@2024 , בסדרות של 250 יחידות כל אחת בעיבוד שבבי ממוחשב, CNC .

הערה: המיתאר החיצוני לא יעובד.

השלם את תוכנית העיבוד שבנספח א' לשאלה על-פי ההנחיות שלהלן.

א. הדגש על-גבי כל אחד מן האיורים שבעמודה 2 (גיאומטריית השיבוב, GEOM) את המשטח המעובד באותו שלב, וציין את המידות הדרושות לעיבוד המשטח.

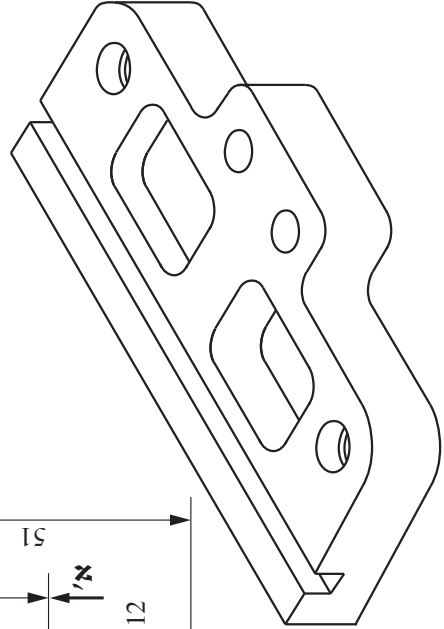
ב. הגדר בעמודה 3 (תהליך העיבוד, JOB) את השם של תהליך העיבוד בכל שלב.

ג. סמן בעמודה 4 (תיאור הדפינה) את אופן הדפינה בכל שלב. השתמש בסימני קיבוע ובסימני הידוק תקניים. ציין בכל שלב את נקודת המוצא (S.P.) של כלי העיבוד.

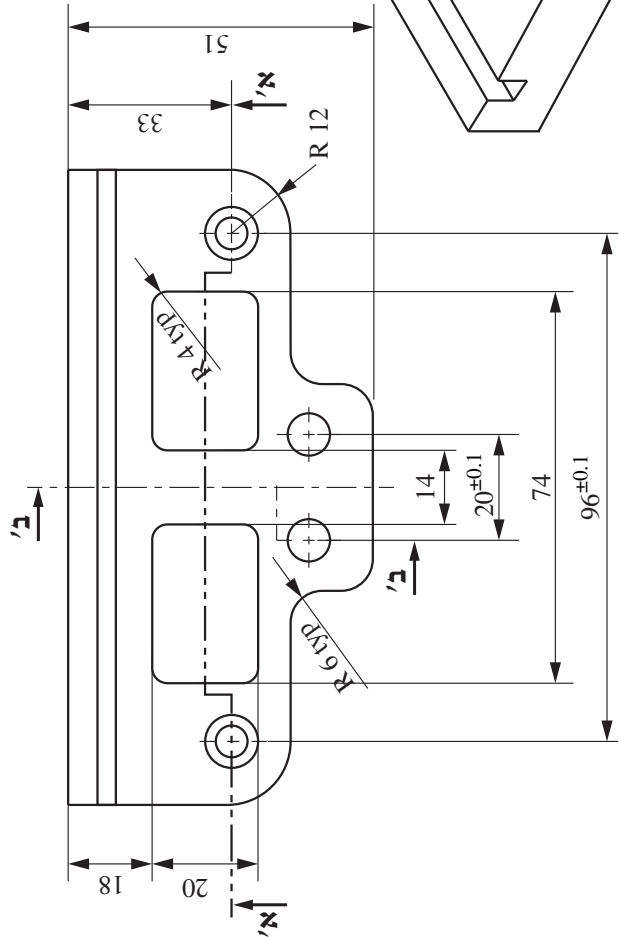
ד. ציין בעמודה 5 את הסוג של כלי העיבוד המתאים לכל שלב.

ה. רשום בעמודה 6 את מידת הקוטר של כלי העיבוד שציננת בסעיף ד' ואת עומק העיבוד הנדרש. אין להתחשב בקיזוז קוטר הכלי לעיבוד.

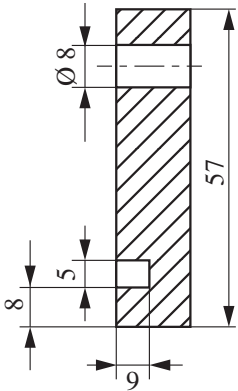
הדבק את מדבקת המבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א', וצרף את הנספח למחברתך.



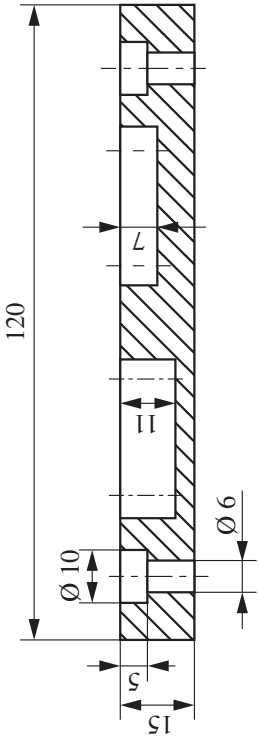
איור לשאלה 3



חפץ ב' - ב'



ז, ז, ז



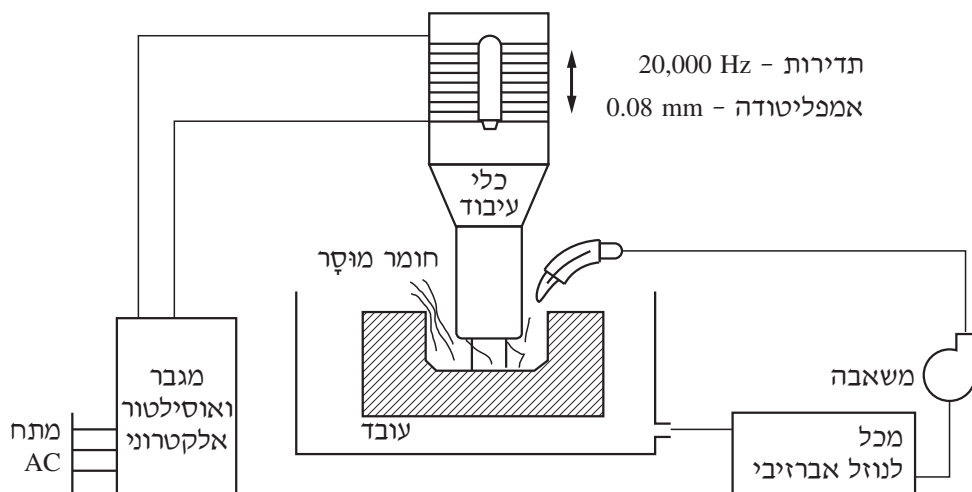
פני השטח:
טיב

כללית: ± 0.2

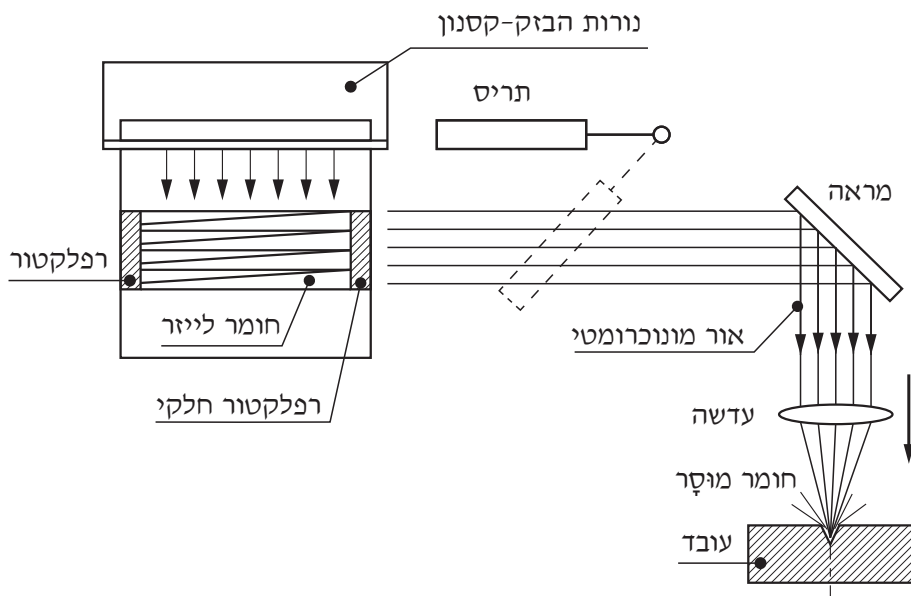
סבילת

שאלה 4

באיור א' ובאיור ב' לשאלה זו מתוארות שתי מערכות לעיבוד חלקים.



איור א' לשאלה 4



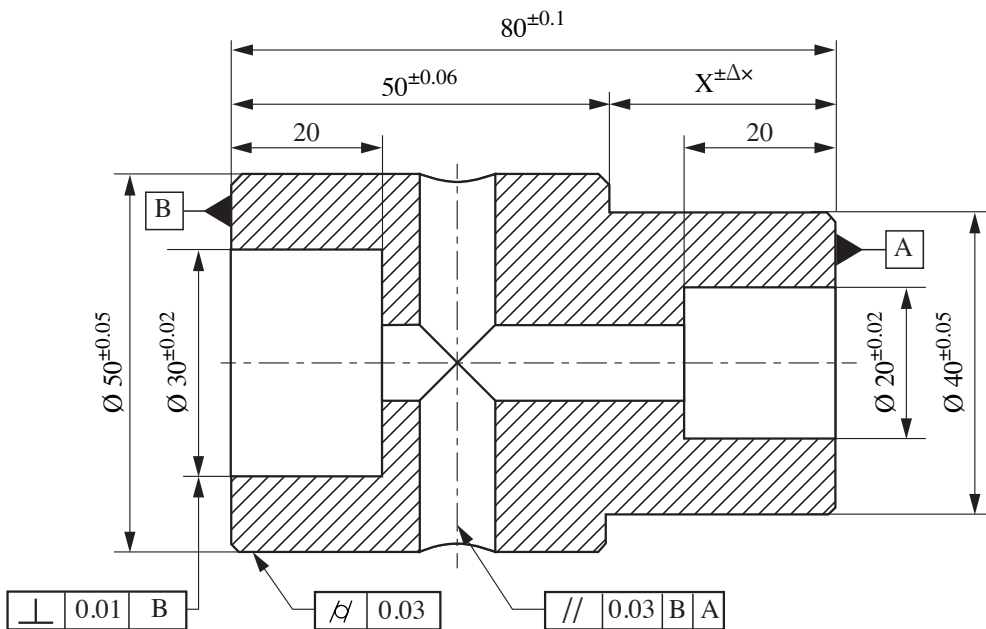
איור ב' לשאלה 4

- א. ציין את סוג העיבוד בכל אחת מן המערכות.
- ב. תאר את התהליך המתבצע בכל אחת מהמערכות.
- ג. הסבר לאילו שימושים מיועד כל אחד מהתהליכים.
- ד. מאילו חומרים עשוי כלי העיבוד במערכת המתוארת באיור א'?
- ה. למה משמש הנוזל האברזיבי במערכת המתוארת באיור א'?
- ו. מהו תפקיד העדשה במערכת המתוארת באיור ב'?

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי ומדידות

שאלה 5

באיור לשאלה זו נתון סרטוט של חלק המיוצר בעיבוד שבבי מפלדה SAE 1020 .



איור לשאלה 5

- א. חשב את המידה הטכנולוגית $X^{\pm\Delta x}$ המתייחסת לשטח המוצא B .
- ב. חשב את המידה המתקבלת $X^{\pm\Delta x}$ המתייחסת לשטח המוצא A .
- ג. הסבר את המשמעות של כל אחד מהסימנים המופיעים בסבולת הגיאומטרית

$\perp$	0.01	B
---------	------	---

 .
- ד. הסבולת

$\parallel$	0.03	B	A
-------------	------	---	---

 דורשת מקבילות בין ציר הקדח ובין המשטחים A ו-B .
חשב את הסטייה המקסימלית במקבילות בין משטח A למשטח B .
- ה. מה מציינת הסבולת הגיאומטרית

$\sqrt{\quad}$	0.03
----------------	------

 ?
- ו. הסבולת הגיאומטרית הנתונה בסעיף ה' הוחלפה בסבולת

$\bigcirc$	0.03
------------	------

 . מה מציינת הסבולת לאחר השינוי?

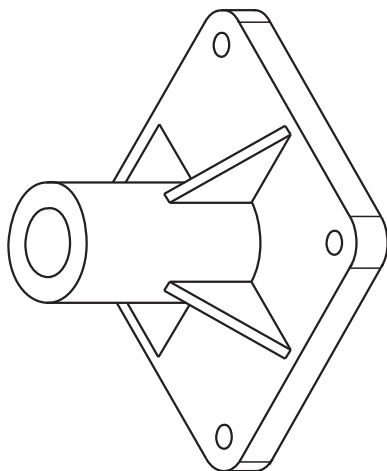
שאלה 6

באיור לשאלה זו (המופיע בעמוד הבא) מתואר מכלול מרותך העשוי מפלדה SAE 1020 , ונתונה רשימת החלקים שלו. חלקי המכלול מרותכים בשיטת "קשת חשמלית".
עובי כל תפר ריתוך – 3 mm .

- א. 1. הוסף על-גבי הנספח לשאלה (נספח ב') את התיאור הגרפי של תפרי הריתוך.
2. בחר תפר ריתוך אחד, וסמן על-גבי הנספח את הסימון התקני שלו.
- ב. הסבר מהו תפקידה של בדיקת אל-הרס.
- ג. הסבר מהי הסיבה לשימוש בשיטת ריתוך נקודות.
- ד. סרטט במחברתך את הבסיס (חלק 1) כולל חתך מתאים, וציין בסרטוט את כל המידות הדרושות לייצורו.

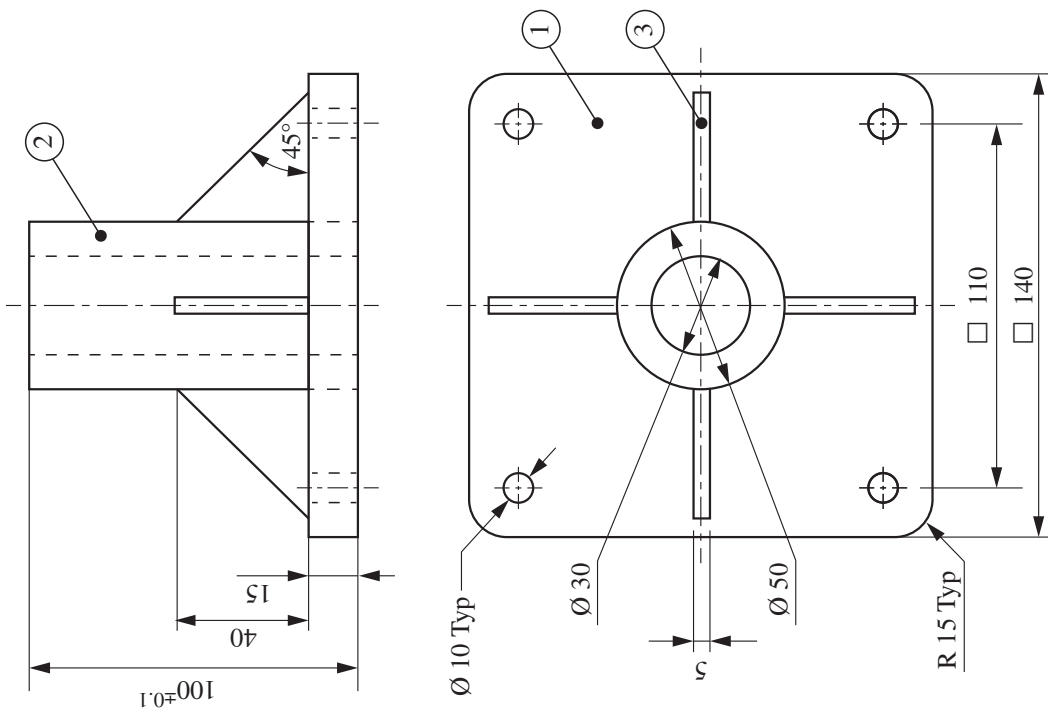
הדבק את מזבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח ב' וצרף את הנספח למחברתך.

סבולת כללית: IT 10/2



מס' החלק	שם החלק	חומר	כמות
1	בסיס	SAE 1020	1
2	גליל מרכזי	SAE 1020	1
3	תומך	SAE 1020	4

איור לשאלה 6



פרק רביעי: הנדסה תעשייתית

שאלה 7

מפעל לעיבוד שבבי נדרש לבצע פרויקט ייצור והרכבה של מערכת. לפרויקט נדרשות הפעולות המפורטות בטבלה שלהלן:

קוד פעולה	שם הפעולה	משך הפעולה (בימים)	פעולה מקדימה
A	הזמנת חלק א'	4	–
B	הזמנת חלק ב'	6	–
C	הוצאת חלק א' לעבודה	3	A
D	הוצאת חלק ב' לעבודה	2	B
E	קבלת חלק א' וחלק ב' לאחר עיבוד	4	D;C
F	הרכבת חלק א' עם חלק ב'	1	E
G	הרצת המערכת	2	F
H	הזרכת הלקוח	3	G
I	בדיקה ואישור הלקוח	1	I

א. סרטט רשת פרט (PERT) המתאימה לביצוע הפרויקט.

ב. 1. חשב את הזמנים LF; LS; EF; ES עבור כל אחת מן הפעולות.

2. ציין את משך הזמן המזערי של הפרויקט, ורשום מהו הנתיב הקריטי.

ג. סרטט תרשים גאנט (GANTT) של הפרויקט לפי זמני התחלה מוקדמים ומאוחרים של כל אחת מהפעילויות ברשת.

שאלה 8

חברה לעיבוד שבבי המייצרת 200 יחידות בחודש מבקשת להגדיל את כושר הייצור שלה.
הנהלת החברה שוקלת שלוש חלופות, כמתואר להלן:

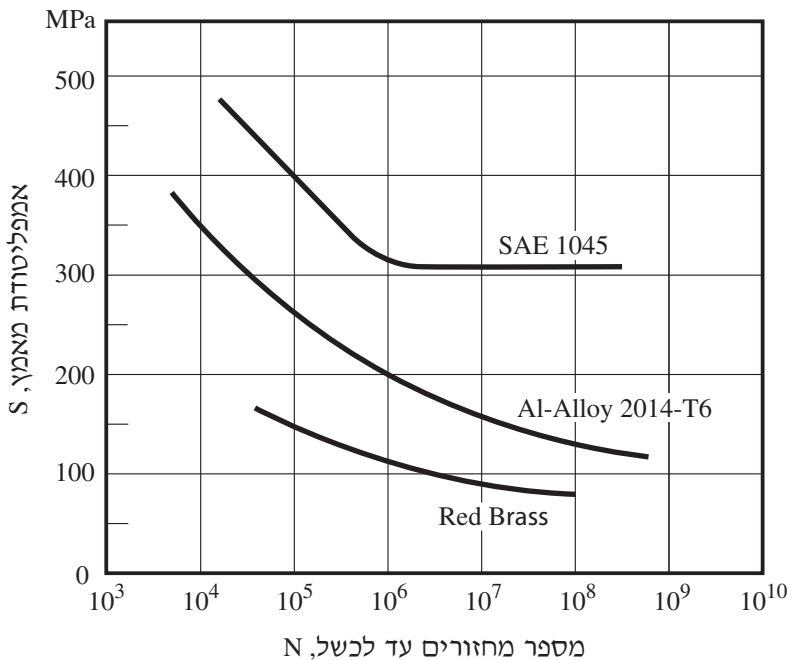
עלות הייצור ליחידה (בש"ח)	הוצאות חודשיות קבועות (בש"ח)	החלופה
60	12,000	1. הוספת ציוד
45	18,000	2. רכישת מכונות חצי-אוטומטיות
20	24,000	3. רכישת מכונות אוטומטיות

- א. חשב את נקודת האיזון בין חלופה 1 לחלופה 2.
- ב. חשב את נקודת האיזון בין חלופה 1 לחלופה 3.
- ג. חשב את נקודת האיזון בין חלופה 2 לחלופה 3.
- ד. סרטט במחברתך גרף והצג בו את התוצאות שהתקבלו בתשובתך לסעיף ג'.
- ה. איזו חלופה עדיפה מבין שלוש החלופות? נמק את תשובתך.

פרק חמישי: חומרים הנדסיים

שאלה 9

באיור לשאלה זו מוצגות עקומות התעייפות של שלוש המתכות האלה:
פלדה (SAE 1045), נתך אלומיניום (Al-Alloy 2014-T6), פליז (Red Brass).



איור לשאלה 9

- א. מהו מספר המחזורים המרבי עד לכשל עבור כל אחת משלוש המתכות המוצגות באיור, באמפליטודת מאמץ של 150 MPa?
- ב. הסבר מהי המשמעות של המונח "גבול ההתעייפות".
- ג. עליך לתכנן חלק שצורתו מוט גלילי מפלדה SAE 1045, המיועד לפעול בתנאים של מאמצי התעייפות. אמפליטודת המאמץ של המוט היא 140 MPa.
היעזר באיור לשאלה וחשב מהו הקוטר המזערי של המוט שיבטיח שלא יתרחש בו כשל התעייפות כתוצאה מכוח מחזורי של 85,000 N. התייחס לכוח המחזורי כאל כוח מתיחה.

שאלה 10

א. להלן שני סוגים של טיפולים תרמיים בפלדות:

- זיקון טבעי

- זיקון מלאכותי

הסבר את המשמעות של כל טיפול.

ב. סרטט במחברתך גרף המתאר תהליך זיקון מלאכותי בסגסוגת אלומיניום, ורשום על-גביו את שמות השלבים השונים של התהליך.

ג. עליך להמליץ על סגסוגת אלומיניום לייצור חלק בהתאם לדרישות האלה:

- החומר יהיה מסוגסג במגנזיום (Mg)

- חומר הגלם יהיה בצורת צינור לאחר שעבר אקסטרוזיה

- החלק ישמש במבנה של מטוס

- החלק יעבור טיפול תרמי של המסה וזיקון טבעי (T4)

- גבול ההתעייפות של החומר אשר ממנו עשוי החלק יהיה: $\sigma_L > 125 \text{ MPa}$

בחר **סגסוגת** או **סגסוגות** אלומיניום העונה/העונות על כל הדרישות שלעיל, והצג את תהליך הבחירה.

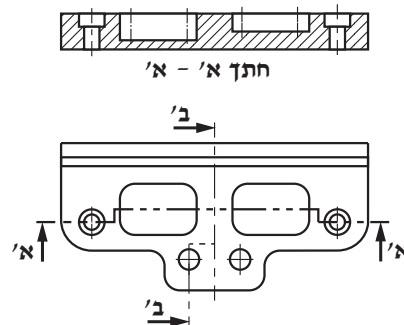
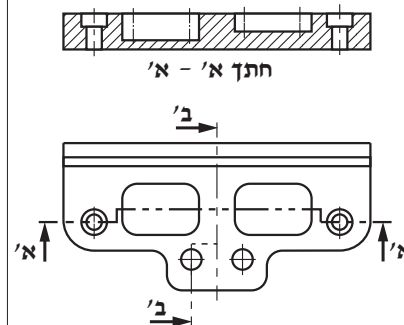
היעזר בטבלאות שבנספח ג'.

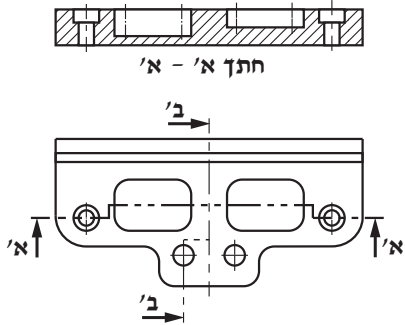
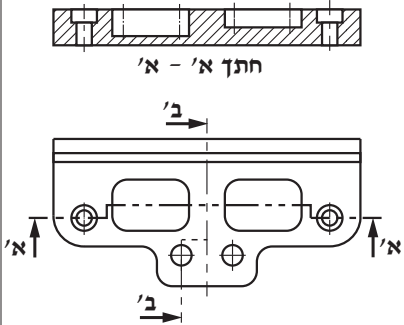
בהצלחה!

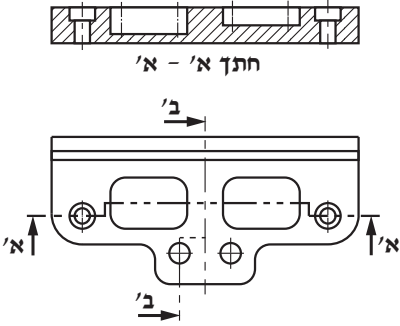
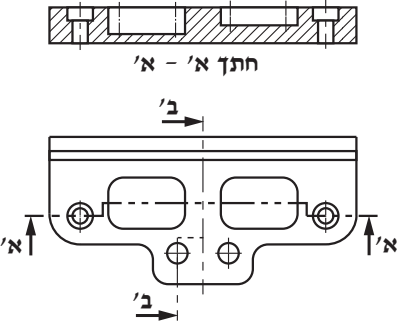
- 1 -
נספח א' (לשאלה 3) – תכנית עיבוד CNC – 6 עמודים

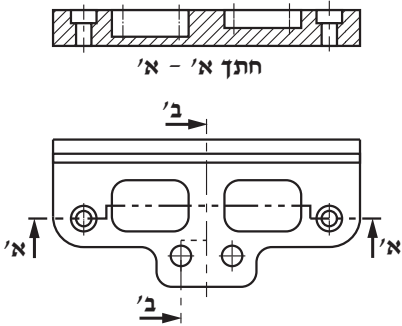
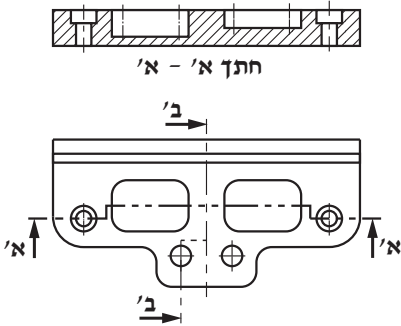
לשאלון 710911, אביב תשע"ח

מקור נתנת נבחן

ל ע י ב ו ד ה מ ש ט ח					
1 שלב	2 גיאומטריית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה ונקודת המוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקוטר של כלי העיבוד ועומק העיבוד
	 חתך א' - א' ב' א' ב'		 חתך א' - א' ב' א' ב'		

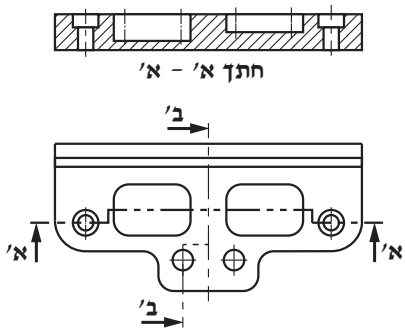
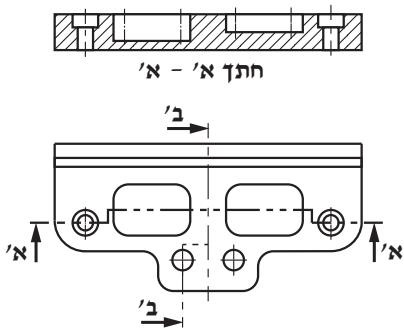
ל ע י ב ו ד ה מ ש ט ח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה ונקודת המוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקוטר של כלי העיבוד ועומק העיבוד
	 חתך א' - א' ב' א' א' ב' ב'		 חתך א' - א' ב' א' א' ב' ב'		

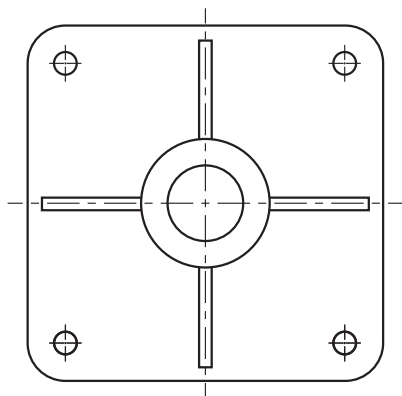
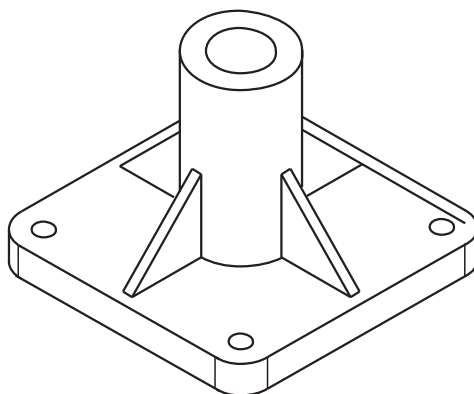
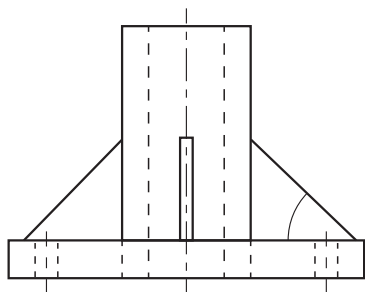
לעיבוד המטח					
1 שלב	2 גיאומטריית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה ונקודת המוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקוטר של כלי העיבוד ועומק העיבוד
					

ל ע י ב ו ד ה מ ש ט ח					
1 שלב	2 גיאומטריית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה ונקודת המוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקוטר של כלי העיבוד ועומק העיבוד
					

לעיבוד המשתח

1 שלב	2 גיאומטריית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה (ונקודת המוצא (S.P.))	5 סוג כלי העיבוד	6 הקצה של כלי העיבוד ומידותיו העיקריות (סרטוט ביד חופשית)

לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטריית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור הדפינה ונקודת המוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקצה של כלי העיבוד ומידותיו העיקריות (סרטוט ביד חופשית)
	 חתך א' - א' ב' א' א' ב' ב'		 חתך א' - א' ב' א' א' ב' ב'		



טבלאות לסגסוגות אלומיניום (3 עמודים)

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

טבלה 1 - הרכבים של סגסוגות אלומיניום נפוצות - צורתן, אופן עיבודן ושימושים

אופייניים להן

Products forms and nominal compositions of common wrought Aluminum Alloys									
AA Number	Product(s)	Composition in weight percent (wt.%)							
		Al	Si	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Other
AA 1100	S, P, F, E, ES, ET, C, DT, FG	99,00 min		0.12					
AA 2011	E, ES, ET, C, DT	93.7		5.5					0.4 Bi ; 0.4 Pb
AA 2014	S, P, E, ES, ET, C, DT, FG	93.5	0.8	4.4	0.8	0.5			
AA 2024	S, P, E, ES, ET, C, DT	93.5		4.4	0.6	1.5			
AA 3003	S, P, F, E, ES, ET, C, DT, FG	98.6		0.12	1.2				
AA 5052	S, P, F, C, DT	97.2				2.5	0.25		
AA 6061	S, P, E, ES, ET, C, DT, FG	97.9	0.6	0.28		1	0.2		
AA 6063	E, ES, ET, DT	98.9	0.4			0.7			
AA 7075	S, P, E, ES, ET, C, DT, FG	90		1.6		2.5	0.23	5.6	

AA = Aluminum Association = האגודה לאלומיניום

S = Sheet = לוח ; P = Plate = פלטה ; F = Foil = רדיד ; E = Extruded rod, bar and wire = מוט, קורה וחוט מאקסטרוזיה

ES = Extruded Shapes = צורות מאקסטרוזיה ; ET = Extruded Tubes = צינורות מאקסטרוזיה

C = Cold finished rod, bar and wire = קורה וחוט בגימור בעיבוד בקר ; DT = Drawn Tube = צינורות במשיכה ; FG=Forging=חישול ;

Applications and characteristics of common wrought Aluminum Alloys

AA 1100

העבודה, חלקים משוכים או מוצרים באמצעות סיבוב, יצור כללי, עיבוד חרות. הסגסוגת "אלומיניום טהור וסחחי". סגסוגת רכה ומשיכה בעלת עמידות (workability) מעולה, ולכן אידיאלי עבור יישומים בהם מתגלה קושי בעיבוד. הסגסוגת ניתנת לריתוך בכל שיטה, אולם הסגסוגת אינה ניתנת לטיפול תרמי. לסגסוגת התנגדות מעולה לקורוזיה ולכן נפוצה בתעשיית הכימיה ובעיבוד המזון.

AA2011

חלקים מיוחד שבבי, ייצור ברגים במיוחד שבבי. סגסוגת בעלת חוזק גבוה ויכולות גבוהות לעיבוד שבבי. סגסוגת זו נקראת לרוב "סגסוגת לעיבוד שבבי חופשי באופן ממזכין" - Free Machining Alloy (FMA), כלומר, הבחירה המעולה לפרויקטים בהם נדרש עיבוד שבבי ממזכין באמצעות מחרטת. עיבוד שבבי במהירות גבוהה באמצעות חומר סגסוגת זו יצור שבבים קטנים יחסית, שניתנים להסרה בקלות. סגסוגת זו מהווה את הבחירה המעולה לייצור צורות מורכבות בעלות פרטים רבים.

AA 2014

מטוסים (קונסטרוקציה/צנרת), חלקים למכוניות, חלקים בעיבוד שבבי. סגסוגת בתוספת של נחושת. בעלת חוזק גבוה ויכולות מעולות לעיבוד שבבי. שימוש עיקרי ביישומים מבניים לחלל.

AA 2024

מסוימים (קונסוקרציה/צנרת), חלקים למספית, מחברים ואבירים, יצור ברגים בעיבוד שבבי, יסוימים מבנים, מגורות וקרון נגור של משאיות. אחת ההסגלות הפופולריות בעלת חזקת בובה. בעזרת שילוב של חזקת בובה ועמידות משלה ההתמיינות, ניתן להשתמש במסגרות הכן שדרוש יחס טוב של חזקת ומשקל. מסגרות זו ניתנת לעיבוד שבבי למצב גבוה וכן ניתן לעבדה במצב רפה (annealed condition) ובמידת הצורך להוסיף לאחר מכן חזקת ותרמי. הסגלות נבנות נמוכה לפני המדידה כדי להתגבר על עמידות נמוכה לפני קורדיה בהצבים טיפול אנודיזציה.

AA 3003

מבנים אדריכליים, כלי ביטול, חלקים משוכים או מיזורים במצעות סיבוב, יצור כללי, מיכלי לחץ, עיבוד לוחות, מיכל (בריחה) לאחסון. המסגרות הפנציה בעל מבין לא מסגרות האלומיניום. אלומיניום הורח מחברת בתוספת מבין האדלת החזקת (20% דחק יותר מהמסגרות (AA1100). למסגרות עמידות בעולה כפי קורידה קו עבדות מעלה. מסגרות זו ניתן לטביל במיחסי או במצעות אחרות וכן לרצף להלחיש.

AA 5052

מיוסמים (קונסטרוקציה/צורת) בבית סירות, כלי בישול, יצור כללי, יישומים ימיים, מיכלי לחץ, עיבוד לוחות, מסגרות וקרן גג של משאיות. אסמאות בעלת החוק הבנה ביותר, ובעלת עמידות בהתמיינות הבאה ביותר מבין כלל אסמאות האלמנטים שאין תימנות לטיפול תרמי. לסמאות (drawn, formed) באוויר ימית ולקורדיה של מים מלחים ובעלת עמידות (workability) מעולה. ניתן בקלות לעיבוד במשיכה או בעיצוב (drawn, formed).

AA 6061

מסומים (קונסטרוקציה/צנרת), מבנים אדריכליים, מתצרים לבניין, בבית סירות, ציוד כימי, מתצרי חשמל, מתצרים ואבזרים, ייצור כללי, יישומים ימיים, צנורות, אפרי, עיבוד חומות, חומות (בריקה) לאחסון, יישומים מבניים, מסגרות תחנת גנרל של משאיות.

אסגוטאז אפריה היתות לחיל מלי ישישם רב גוינים, ותן שמירה על הרקונטרה הטובה של האלומיניום. תחום רחב של תכונות מכניות והתגבשות (hardness). ותן לעבוד תהאסגוטאז במצב רכיב (annealed condition). תתן לרדת תהאסגוטאז במלי השיטות היתיות, כולל הלחמה בתנור (flame brazed) לים, לטבעת או ישישם רבים, ריכי שדרשה שילוב של תכונות מכניות טובות ומעמדות טובה קוויזיה.

AA 6063

מבני אדריכליים, מוצר לבנין, מוצר חשמל, יישומים ימיים, צנרת, ציוד פנאי, מכל (בריכה) לאחסון, מכל (בריכה) לאחסון. מסוגול הידועה בימינו "מסוגול אדריכלית". בעלת תכנות מבניות המצמיגות חזקת הבה, מאפיינים גימור שעלים ועמידות גבה בפנ קורדיה. השימוש האדריכלי הוא, לפנים והן לחוץ המבנים. המבנות מותאמה לטיפול אדריכלי.

AA 7075

מוסוים (קונסטרוקציה/צורת), יישומים מבניים.
הסגוים אלומיניום בעלת חוזק גבוה, בעלת יחס גבוה של חוזק למשקל, ולכן אידיאלי לשימוש בחלקים הנתונים למאמצים גדולים. ניתן להשתמש בסגוים כסגוים במצב טיפול רפוי (annealed condition) ולאחר מכן טיפול בחום, במידת הצורך. הסגוים ניתנים לריתוך מקודי (spot or flash). ריתוך בגז או בקשת חשמלית אינם מתאימים.

נספח ג' (לשאלה 10) – המשך

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

טבלה 2 – תכונות מכניות של סגסוגות אלומיניום

Typical mechanical properties of various Aluminum Alloys							
Alloy (AA) and Temper	Modulus of Elasticity E	Tensile Yield Strength σ_y	Ultimate Tensile Strength σ_{UTS}	Strain at Fracture ϵ_f	Hardness HB	Ultimate Shearing Strength τ	Fatigue Endurance Limit σ_L
	GPa	MPa	MPa	%	BHN	MPa	MPa
1100-O	69	35	90	35	23	60	35
1100-H12	69	105	110	12	28	70	40
1100-H14	69	115	125	9	32	75	50
1100-H16	69	140	145	6	38	85	60
1100-H18	69	150	165	5	44	90	60
2011-T3	70	295	380	15	95	220	125
2011-T8	70	310	405	12	100	240	125
2014-O	73	95	185	18	45	125	90
2014-T4	73	290	425	20	105	260	140
2014-T6, T651	73	415	485	13	135	290	125
2024-O	73	75	185	21	47	125	90
2024-T3	73	345	485	18	120	285	140
2024-T4	73	325	470	19	120	285	140
2024-T361	73	395	495	13	130	290	125
3003-O	69	40	110	35	28	75	50
3003-H12	69	125	130	15	35	85	55
3003-H14	69	145	150	12	40	95	60
3003-H16	69	170	180	9	47	105	70
3003-H18	69	185	200	7	55	110	70
5052-O	70	90	195	27	47	125	110
5052-H32	70	195	230	15	60	140	115
5052-H34	70	215	260	12	68	145	125
5052-H36	70	240	275	9	73	160	130
5052-H38	70	255	290	8	77	165	140
6061-O	69	55	125	28	30	85	60
6061-T4, T451	69	145	240	24	65	165	95
6061-T6, T651	69	275	310	15	95	205	95
6063-O	69	50	90	-	25	70	55
6063-T1	69	90	150	20	42	95	60
6063-T4	69	90	170	22	-	-	-
6063-T5	69	145	185	12	60	115	70
6063-T6	69	215	240	12	73	150	70
7075-O	72	105	230	17	60	150	
7075-T6, T651	72	505	570	11	150	330	160

AA = Aluminum Association = האגודה לאלומיניום
E(GPa) = Modulus of Elasticity = מודול אלסטיות
σ_y (MPa) = Tensile Yield Strength = מאמץ כניעה
σ_{UTS} (MPa) = Ultimate Tensile Strength = מאמץ מתיחה מקסימלי
ϵ_f (%) = Strain at Fracture = מעוות בשבר
HB = Hardness Brinell = BHN = Brinell Hardness Number = קשיחות ברינל
τ (MPa) = Ultimate Shearing Strength = חוזק גזירה מקסימלי
σ_L (MPa) = Fatigue Endurance Limit = גבול התעייפות

נספח ג' (לשאלה 10) – המשך

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

טבלה 3 – סימון סגסוגת אלומיניום, טיפולים תרמיים ועיבודים מכניים

Types of Aluminum Alloys	
Aluminum Association (AA) Numbering System	
Alloy (AA) Major alloying element	
1xxx	None Al>99.00%
2xxx	Copper (Cu)
3xxx	Manganese (Mn)
4xxx	Silicon (Si)
5xxx	Magnesium (Mg)
6xxx	Magnesium (Mg) & Silicon (Si)
7xxx	Zinc (Zn)
8xxx	Other elements

The Basic Temper Designations	
F	As Fabricated
O	Annealed
H	Strain Hardened
W	Solution Heat-Treated
T	Thermally Treated

Heat Treating T Temper Codes	
Code	Description
T1	קירור מטמפרטורה גבוהה וזיקון טבעי
T3	טיפול המסה, עיבוד בקור וזיקון טבעי
T361	טיפול המסה, אח"כ שיחרור מאמצים על-ידי מתיחה
T4	טיפול המסה וזיקון טבעי לקבלת מצב יציב
T451	טיפול המסה, אח"כ שחרור מאמצים על-ידי מתיחה. זהה ל - T4
T5	קירור מטמפרטורה גבוהה מעוצב לצורה וזיקון מלאכותי
T6	טיפול המסה וזיקון מלאכותי
T651	טיפול המסה, שיחרור מאמצים על-ידי מתיחה ואח"כ זיקון מלאכותי
T8	טיפול המסה, עיבוד בקור ואח"כ זיקון מלאכותי

H Temper Strain Hardening Codes	
Code	Description
H1X	הקשייה באופן מכאני
H2X	הקשייה באופן מכאני וריפוי חלקי
H3X	הקשייה באופן מכאני וייצוב על-ידי טיפול בטמפרטורה נמוכה
HX2	רבע (1/4) קשיות
HX4	חצי (1/2) קשיות
HX6	שלושת רבעי (3/4) קשיות
HX8	קשיות מלאה (~75% הפחתה של שטח החתך בעיבוד בקור)

אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
discontinuity	Прерывистость	انقطاع	אי-רציפות
operations sheet	Технологический процесс	أوراق عمل	גיליון פעולות
mounting	Зажим/крепеж	مسك القطعة	דפינה
degree of freedom	Степень свободы	درجة الحرّية	דרגת חופש
depth of penetration	Глубина резания	عمق الاختراق	היגש/עומק השבב
tightening	Зажатие	شدّ / ربط	הידוק
power	Мощность	قدرة	הספק
placing	Установка	وضع	הצבה
late time	Дальняя граница промежутка времени	وقت لاحق	זמן מאוחר
average measured time	Усредненное время выполнения задачи	متوسط زمن القياس	זמן מודד ממוצע
early time	Ближняя граница промежутка времени	وقت مُتقدّم	זמן מוקדם
standard time	Стандартное время	وقت مُحدّد (وقت معיاري)	זמן מוקצב (זמן תקן)
raw material	Сырье	موادّ خام	חומר גלם
quenching	Закалка	تسقية	חיסום
overlap	Наложение	تطابق	חפיפה
surface quality	Шероховатость поверхности	نوعية السطح	טיב פני שטח
annealing capacity	Способность металла к обработке методомковки	قدرة التليين	כושר חישול
mill disk	Дисковая фреза	دسك تفريز	פְּרִסּוֹם דיסקה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
failure	Отказ (неудача)	فشل	כשל
cutting speed	Скорость резания	سرعة القصّ	מהירות חיתוך
technological dimension	Технологический размер	قياس تقنيّ	מידה טכנולוגית
obtained dimension	Вычисляемый размер	قياس مُستَمَدّ	מידה מתקבלת
origin surface	Базовая поверхность	السطح النسبيّ	משטח מוצא
efficiency	Коэффициент полезного действия	فعاليّة؛ كفاءة	נצילות
tolerance	Допуск	التسامح	סבולת
geometric tolerance	Допуск формы и расположения	التسامح الهندسيّ	סבולת גיאומטרית
standard deviation	Стандартный допуск	الانحراف القياسيّ (المعياريّ)	סטיית תקן
work piece	Заготовка	قطعة للتشكيل	עוֹבֵד
fatigue curve	Кривая усталости	مُنحنَى الإجهاد	עקומת התעייפות
finishing operation	Завершающие операции	عملية التشطيب	פעולת גימור
carburizing	Цементация	سيمينتيت؛ كريد الحديد	צימנוט
material density	Плотность материала	كثافة المادّة	צפיפות החומר
fixation	Фиксация	تثبيت	קיבוע
feed per revolution	Подача на оборот	دائرة الخطوة	קידמה לסיבוב
feed per tooth	Подача на зуб	الخطوة للسّن	קידמה לשן
welding	Сварка	لحام	ריתוך
insert	Твердосплавная пластинка	أداة قطع للخراطة	שימָה
stop watch	Секундомер	ساعة قياس الوقت	שעון עצר

עמוד מספר:			שם החלק:		חומר הגלם:		תאריך:			
מתוך עמודים					המסה של חומר הגלם:		מידות חומר הגלם:			
פעולה	הצבה	שלב	שם ותיאור		תרשים העיבוד		מכונות עיבוד	מתקני עזר	כלי שיבוב	כלי מדידה

גיליון פעולות בתהליך טכנולוגי

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

- 3 -

מקום לנזקת נבחן

עמוד מספר:			שם החלק:		חומר הגלם:	תאריך:
מתוך עמודים					המסה של חומר הגלם:	מידות חומר הגלם:
פעולה	הצבה	שלב	שם ותיאור	תרשים העיבוד	מכונות עיבוד	מתקני עזר
כלי מדידה	כלי שיבוב					

גיליון פעולות בתהליך טכנולוגי

לשאלון 710911, אביב תשע"ח

עמוד מספר:			שם החלק:		חומר הגלם:		תאריך:			
מתוך עמודים					המסה של חומר הגלם:		מידות חומר הגלם:			
פעולה	הצבה	שלב	שם ותיאור		תרשים העיבוד		מכונות עיבוד	מתקני עזר	כלי שיבוב	כלי מדידה