

נספחים: א. סרטוט חלק (לשאלה 1)

ב. נתוני שיבוב בקרסומי H.S.S.

ג. תכנית עיבוד CNC (6 עמודים)

ד. מכלול מרותך (לשאלה 6)

ה. ייעודן של פלדות

ו. תכונות של פלדות

ז. 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 ומחשבון.

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, על התלמיד לצרף את הנספחים ג', ד' ואת גיליונות הפעולות למחברת הבחינה.

בשאלון זה 11 עמודים ו-17 עמודי נספחים.

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

השאלות

פרק ראשון: תכנון תהליך טכנולוגי

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

שאלה 1

בנספח א' (לשאלה 1) מסורטט חלק שיש לייצרו ממוט בעל חתך עגול. המוט עשוי מפלדה SAE 1030, שצפיפותה $7.85 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ ומאמץ השבר שלה הוא: $\sigma_B = 1,000 \text{ MPa}$. יש לייצר את החלק בסדרות של 25 יחידות, כל אחת.

לתשובתך, השתמש בגיליונות הפעולות המצורפים לשאלון.

א. קבע את מידות חומר הגלם שממנו ייוצר חלק אחד וחשב את המסה של חומר הגלם. הצג את חישוביך במחברתך ורשום את המידות של חומר הגלם ואת ערך המסה במקומות המתאימים בגיליון הפעולות הראשון.

ב. תאר בגיליונות הפעולות את התהליך הטכנולוגי של ייצור החלק. כלול בתיאורך תרשימים ברורים של פעולות העיבוד השבבי והשמות של פעולות הגימור הנדרשות לייצור החלק. בכל פעולה קבע את ההצבות ואת השלבים הנדרשים. הסתמך בקביעותיך על המידות ועל הסבולות הנתונות בסרטוט החלק שבנספח א'.

ג. היעזר בנספח ב' וקבע לצורך עיבוד גס של החריץ $(36 \times 8 \times 4)$ את הנתונים האלה:
מהירות חיתוך v_c [m/min], קידמה f_z [mm/tooth], והיגש a [mm].
חשב את הקידמה לסיבוב, f . התחשב בכך שהפְּרָסוּם יתבצע באמצעות פְּרָסוּם אצבע בעל שתי שיניים, העשוי מ-H.S.S.
הצג את הערכים שקבעת ואת הערך שחישבת, במחברתך.

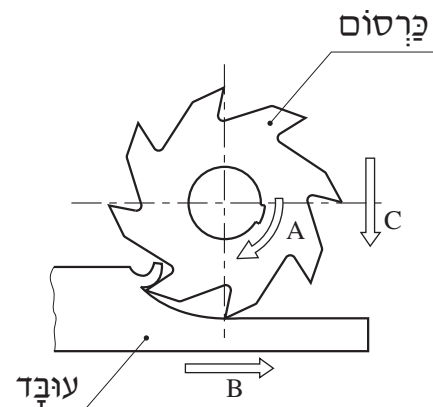
הדבק את מדבקות הנבחן שלך במקומות המיועדים לכך בגיליונות הפעולות שהשתמשת בהם והצמד את הגיליונות למחברתך.

בפרקים שני עד חמישי, עליך לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שאלה אחת נוספת, על-פי בחירתך, מאחד הפרקים האלה (לכל שאלה – 16 נקודות).

פרק שני: עיבוד שבבי ומתקני ייצור

שאלה 2

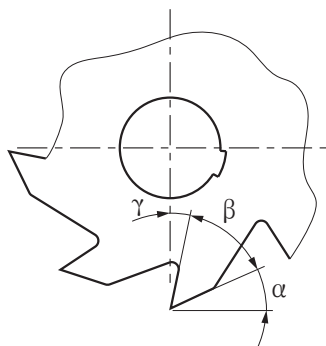
א. באיור א' לשאלה 2 מתואר פְּרָסוּם עוֹבֵד באמצעות פְּרָסוּם דסקה. באיור מסומנות שתי תנועות של הכרסום (C,A) ותנועה אחת של העובד (B).



איור א' לשאלה 2

מהו שמה של כל אחת מהתנועות? הסבר את משמעותה וציין באילו יחידות היא נמדדת.

ב. באיור ב' לשאלה 2 מתואר חלק של פְּרָסוּם. באיור מסומנות שלוש זוויות: α , β , γ . ציין את שמה של כל זווית ואת תפקידה בתהליך הפְּרָסוּם.



איור ב' לשאלה 2

המשך השאלה בעמוד הבא.

◀ המשך בעמוד 4

ג. ציין שתי תכונות של כְּרָסוֹם העשוי מתק"ש אשר מאפשרות לעבד באמצעותו עוֹבָד במהירות גבוהה יותר מאשר באמצעות כרסום העשוי מפלדה מהירה (H.S.S.).

ד. יש לכרסם משטח שמידותיו: $0.08 \text{ m} \times 1.2 \text{ m}$ באמצעות כְּרָסוֹם מצח. חשב את זמן הכְּרָסוֹם (ללא זמני גישה וללא זמני סרק). הנח רוחב חפיפה של 10% בין מהלכים.

נתונים:

$$v = 150 \frac{\text{m}}{\text{min}} \quad \text{מהירות חיתוך:}$$

$$f_z = 0.15 \frac{\text{mm}}{\text{tooth}} \quad \text{קידמה לשן:}$$

$$Z = 4 \quad \text{מספר שיניים:}$$

$$D = 40 \text{ mm} \quad \text{קוטר הכְּרָסוֹם:}$$

$$L = 1.2 \text{ m} \quad \text{אורך מהלך:}$$

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר חלק שיש לייצרו מסגסוגת אלומיניום, Al 2024, בסדרות של 200 יחידות, כל אחת, בעיבוד שבבי ממוחשב, CNC.

השלם את תכנית העיבוד שבנספח ג' על-פי ההנחיות שלהלן.

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

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

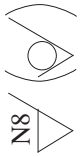
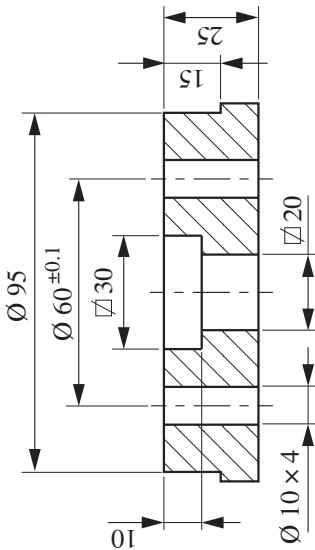
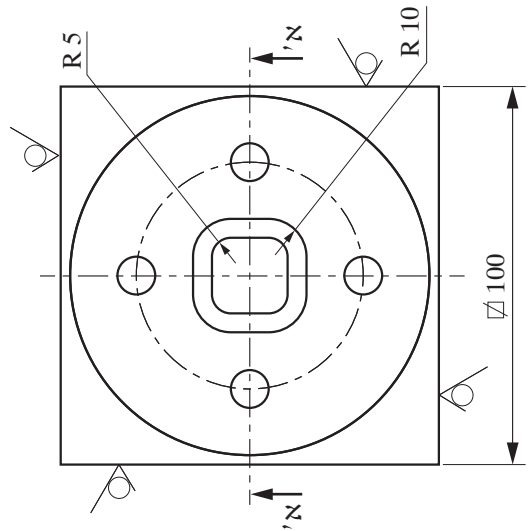
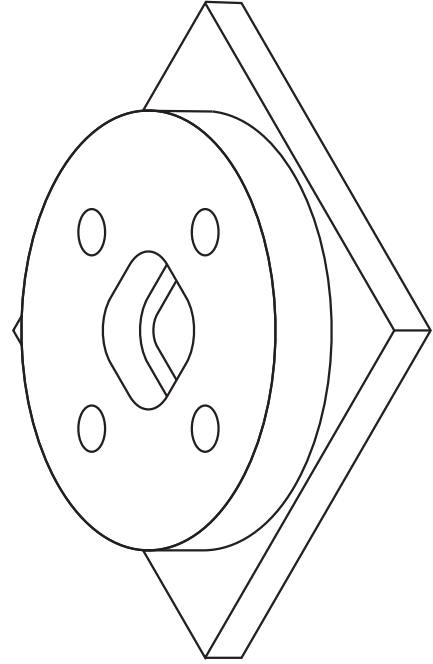
ג. סמן בעמודה 4 (תיאור הדפינה) את אופן הדפינה בכל שלב. השתמש בסימני קיבוע ובסימני הידוק תקינים. ציין בכל שלב את נקודת המוצא (S.P.) של כלי העיבוד.

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

ה. רשום בעמודה 6 את מידת הקוטר של כלי העיבוד שציינת בסעיף ד', מבין המידות האלה: $\emptyset 30, \emptyset 25, \emptyset 20, \emptyset 10$.

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח ג' וצרף את הנספח למחברתך.

איור לשאלה 3



סבולת כללית: ± 0.2

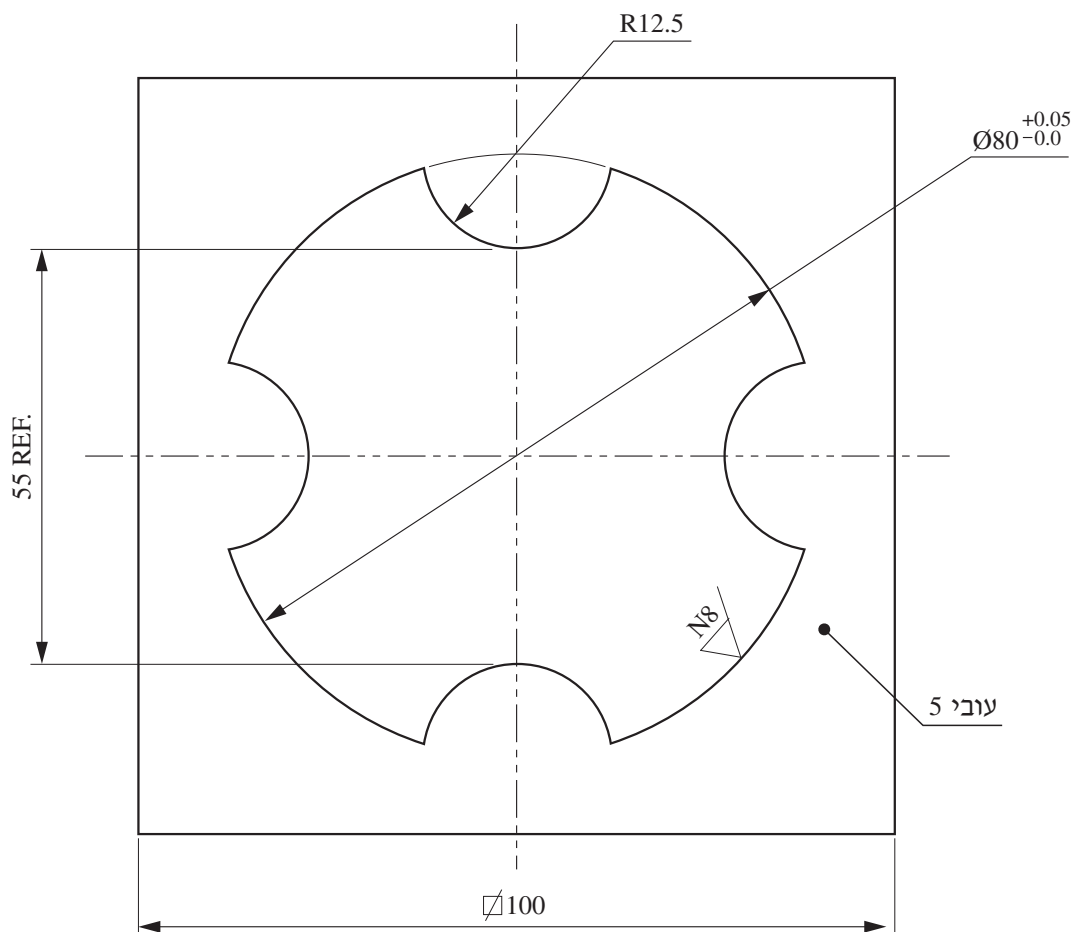
פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי ומזידות

שאלה 4

- א. הסבר את עקרון הפעולה של חיתוך בסילון מים (WJC – Water Jet Cutting). היעזר בהסברך בתרשים מתאים.
- ב. הסבר את עקרון הפעולה של חיתוך בקשת פלזמה (PAM – Plasma Arc Machining). היעזר בהסברך בתרשים מתאים.
- ג. העתק את הטבלה שלהלן למחברתך, ולגבי כל אחד מן היתרונות הרשומים בה – סמן ✓ בעמודת השיטה המתאימה.

שיטה	חיתוך בסילון מים	חיתוך בקשת פלזמה
יתרון		
החומר הנחתך אינו מתחמם		
מהירות החיתוך גבוהה		
החיתוך מדויק		
דרגת טיב פני השטח המתקבל, גבוהה		
עלות הייצור נמוכה		

- ד. באיור לשאלה 4 מתוארת דסקה ריבועית ובה קדח צורתי עובר. הדסקה עשויה מפלדה SAE 3040. יש לייצר את הדסקה בסדרות של 1,000 יחידות, כל אחת.
- באיזו שיטת חיתוך תבחר לייצר את הדסקה? נמק את בחירתך על בסיס תשובותיך לסעיפים א' עד ג'.



באיור לשאלה 5 נתון סרטוט של חלק המיוצר בעיבוד שבבי מסגסוגת אלומיניום Al6061.



- א. חשב את המידה המתקבלת $X^{\pm\Delta x}$ המסומנת בהיטל הפנים.
- ב. חשב את המידה הטכנולוגית $Y^{\pm\Delta y}$ המסומנת בהיטל הפנים.
- ג. הסבר את המשמעות של כל אחד מהסימנים בשלוש הסבולות הגיאומטריות המופיעות בסרטוט החלק.
- ד. הסבר כיצד תבדוק את הסבולת הגיאומטרית

	0.03	A
--	------	---

 שבהיטל הפנים.

שאלה 6

באיור שבנספח ד' (לשאלה 6) מתואר מכלול מרותך מפלדה SAE 1020, ונתונה רשימת החלקים שלו. חלקי המכלול מרותכים בשיטת קשת חשמלית. עובי כל תפר ריתוך 3mm.

- א. 1. הוסף לאיור שבנספח את התיאור הגרפי של תפרי הריתוך.
2. בחר תפר ריתוך אחד וסמן אותו בסימון תקני.
- ב. 1. הסבר מה גורם להיווצרות עיוותים במכלול עקב הריתוך. כיצד ניתן להקטין עיוותים אלה?
2. מדוע יש לבצע שחרור מאמצים במכלול המרותך לאחר הריתוך ולפני עיבוד הקדחים? כיצד מבצעים את שחרור המאמצים?
- ג. סרטט במחברתך את התומך (חלק מס' 1), וציין את כל המידות המגדירות את צורתו.

פרק רביעי: הנדסה תעשייתית

שאלה 7

בחקר זמן שבוצע במפעל, מדדו באמצעות שעון עצר את משכי הזמן שבהם ביצע רתך אלמנט מרכזי בעבודתו. משכי הזמן נתונים בטבלה שלהלן:

מספר מדידה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
משך הזמן (במאות דקה)	56	62	60	55	58	57	48	57	63	59

קצב העבודה הממוצע של העובד היה 90%. אלמנט העבודה הנמדד מבוצע פעם אחת בכל מחזור עבודה ויש להוסיף לזמן ביצועו תוספת אי־רציפות של 23%.

- חשב "זמן מדוד ממוצע" לביצוע אלמנט העבודה, לאחר הוצאת חריגים.
- חשב "זמן תקן" (זמן מוקצב) לביצוע אלמנט העבודה והסבר מה משמעותו.
- חשב את יעילותו של עובד שביצע את אלמנט העבודה הזה 110 פעמים בשעה.

שאלה 8

הצריכה השנתית של פרופיל מתכת U במפעל היא 38,480 יחידות. עלות יחידת פרופיל אחת היא 40 ש"ח. מקדם העלות של אחזקת המלאי השנתי הוא 9% והעלות להוצאת הזמנה היא 650 ש"ח. זמן האספקה של פריט זה הוא שבועיים והמפעל נוהג להחזיק מלאי ביטחון בהיקף השווה למחצית הצריכה בתקופת האספקה (בשנה יש 52 שבועות).

- חשב את הכמות המיטבית להזמנה והסבר מדוע היא המיטבית.
- חשב את רמת ההזמנה והסבר מהי משמעותה.
- חשב את העלות השנתית הכוללת לניהול המלאי של פרופילי U במפעל.
הנח שהמפעל רוכש את הכמות המיטבית להזמנה וכן מחזיק במלאי ביטחון כמוגדר בשאלה.

פרק חמישי: חומרים הנדסיים**שאלה 9**

להלן נתונים של ניסוי מתיחה שבוצע על דגם מתיחה סטנדרטי שאורכו הנמדד הוא:

$$L_0 = 50 \text{ mm} \text{ ושטח החתך העגול שלו הוא: } A = 200 \text{ mm}^2.$$

עומס כניעה בשיעור של: $F_y = 98,000 \text{ N}$ התקבל כאשר האורך הנמדד היה: $L_y = 50.125 \text{ mm}$.

עומס מרבי בשיעור של: $F_{UTS} = 168,000 \text{ N}$ התקבל כאשר האורך הנמדד היה: $L_{UTS} = 62.225 \text{ mm}$.

א. חשב את מאמץ הכניעה, את מאמץ המתיחה המרבי (מקסימלי) ואת מודול יאנג של חומר הדגם. הצג את התוצאות ביחידות MPa. הנח ששטח החתך אינו משתנה במהלך הניסוי.

ב. ביצעו טיפול תרמי בדגם העשוי מפלדה SAE 1025 שקוטרו 50 mm. הטיפול כלל חיסום במים והרפיה. לאחר הטיפול נמדדה קשיות לא אחידה לאורך קוטר החתך של הדגם.

על פני השטח החיצוניים של הדגם נמדדה קשיות בשיעור של 241 HB.

סרטט באופן איכותי גרף המציג את ערכי קשיות הפלדה (HB) כתלות במידת הקוטר (D) של דגם הפלדה. ציין על-גבי הגרף את מידות הקוטר של הדגם ואת ערך הקשיות שנמדדה.

ג. כיצד אפשר להגדיל את הקשיות של פני השטח החיצוניים בלבד של דגם פלדה SAE 1020 ?

שאלה 10

א. מהי התרומה של היסוד גופרית (S) לעיבודן השבבי של פלדות?

ב. מהו גיליון לא חשמלי של פלדות? תאר כיצד הוא מבוצע.

ג. מחלקת הנדסה נדרשת להמליץ על פלדה מהירה (H.S.S.) כדי לייצר ממנה כלי חיתוך עמידים בחום לשיבוש מהיר. בחר פלדה בהתאם לדרישות שלהלן, והצג את תהליך הבחירה. היעזר בנספח ה' (ייעודן של פלדות) ובנספח ו' (תכונות של פלדות). הדרישות הן:

- חומר גלם בצורת מוטות
- קשיות בשיעור 62 HRC
- כושר חיסום טוב מאוד
- תכולת פחמן (C) בטווח 0.7% - 0.8%
- תכולת מנגן (Mn) בשיעור 0.3%
- תכולת כרום (Cr) בשיעור 4.0%
- תכולת קובלט (Co) בשיעור 5.0%

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.

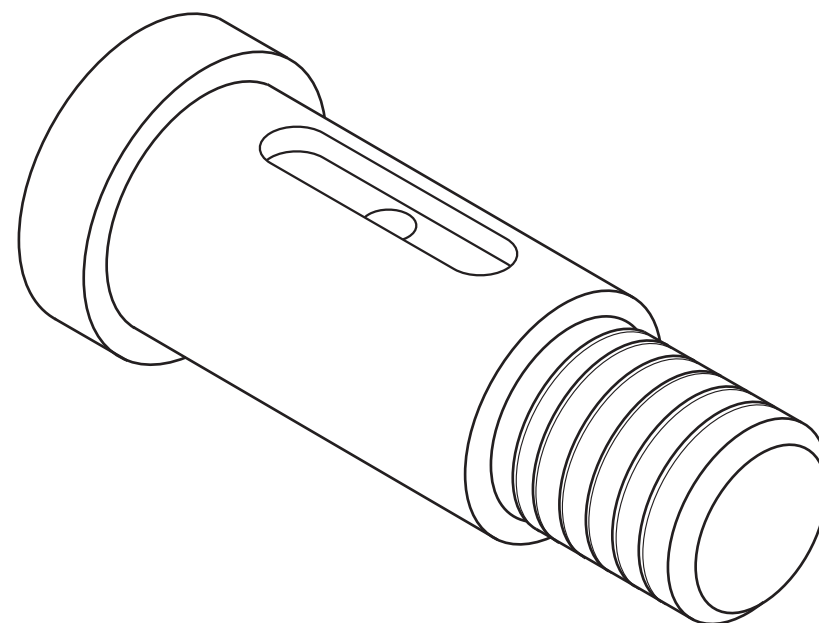
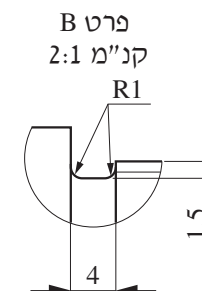
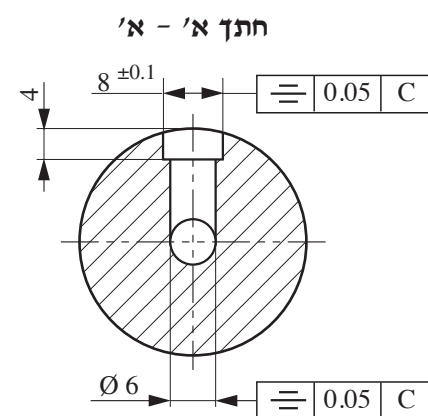
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך.

נספח א' (לשאלה 1)

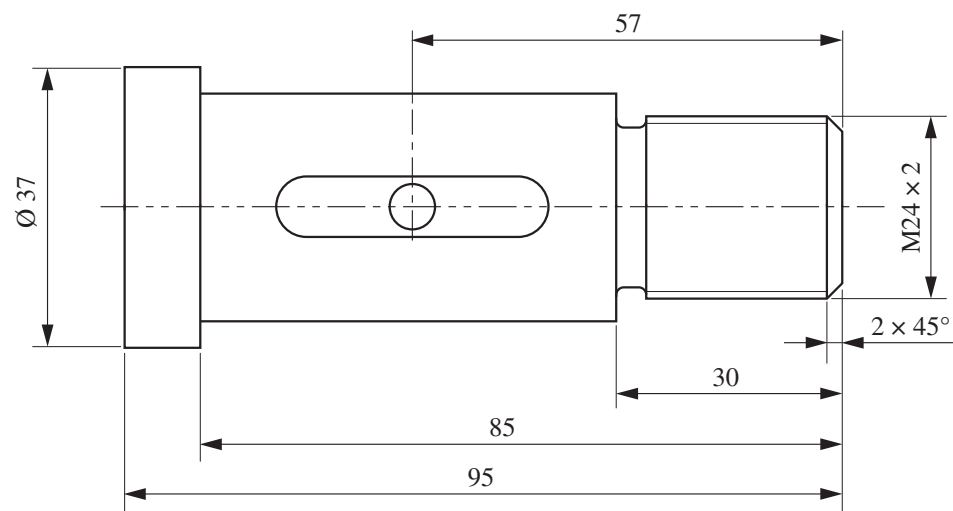
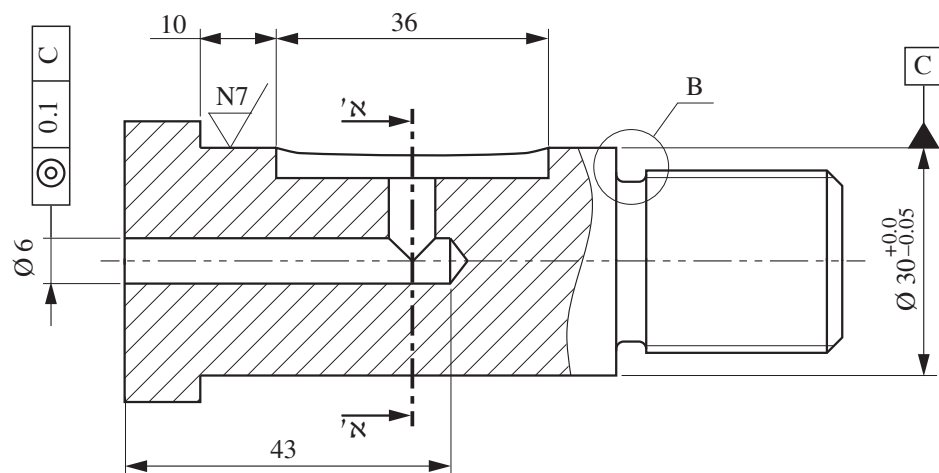
לשאלון 710911, אביב תשע"ו

סבולת כללית: ± 0.15

N8 / (N7)



אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה



נספח ב' (לשאלה 1)
לשאלון 710911, אביב תשע"ו
אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה

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 – 0.01	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

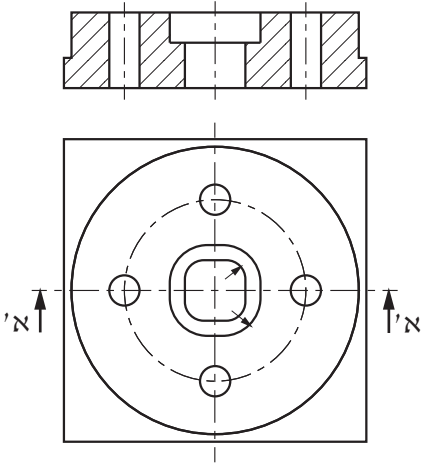
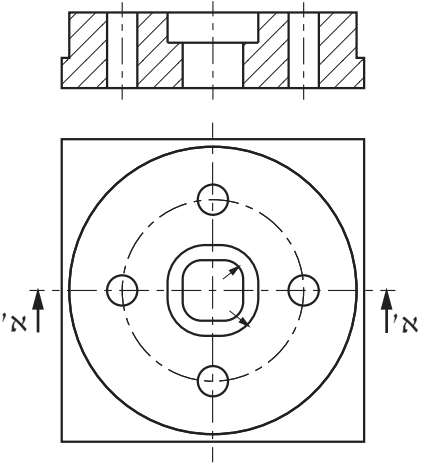
$$f_z \left[\frac{\text{mm}}{\text{tooth}} \right] - \text{קידמה לשן}$$

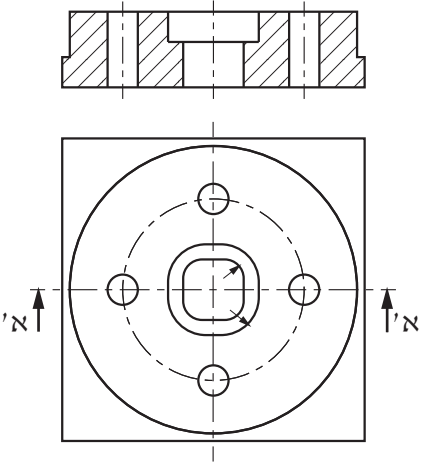
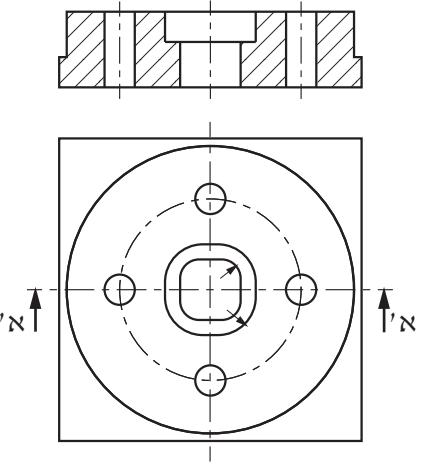
$$v_c \left[\frac{\text{m}}{\text{min}} \right] - \text{מהירות חיתוך}$$

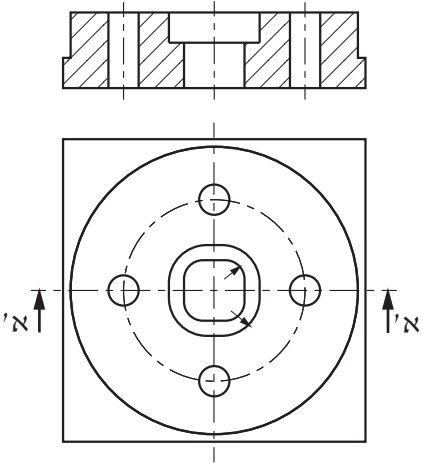
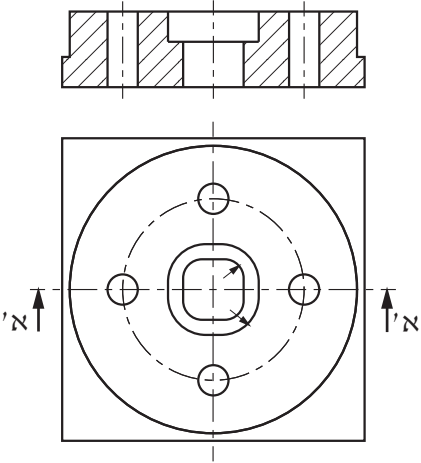
היגש - a [mm] :

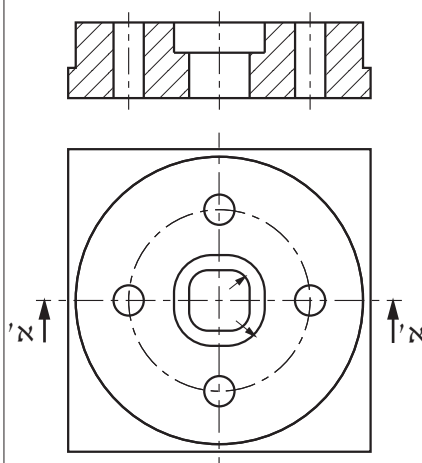
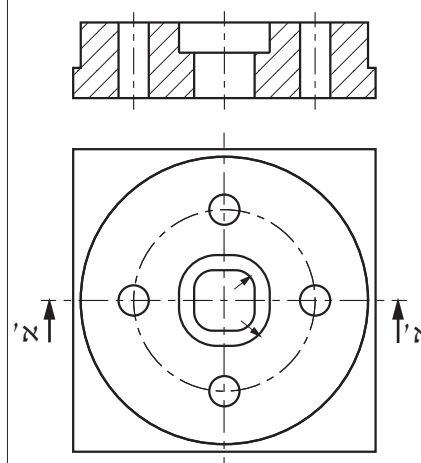
- בעיבוד גס: $8 \div 4$

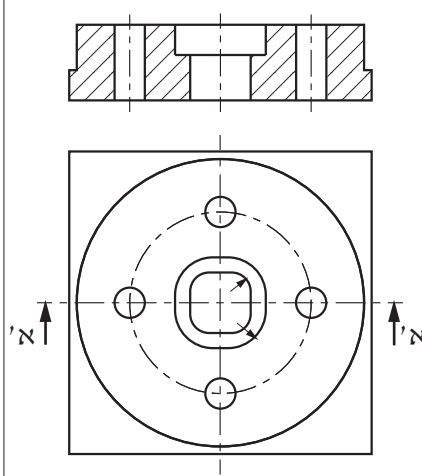
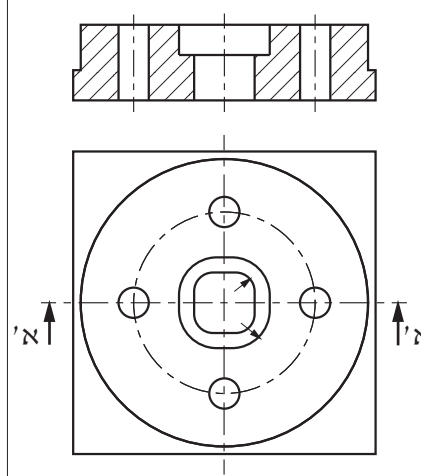
- בעיבוד עדין: $1.5 \div 1$

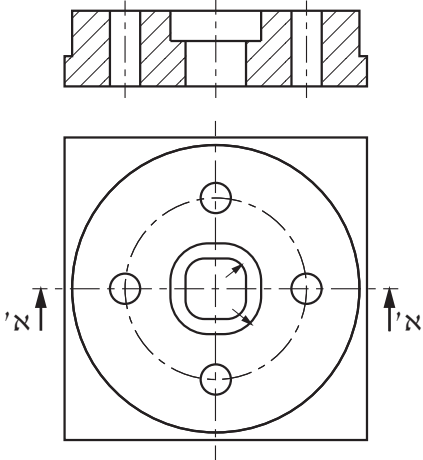
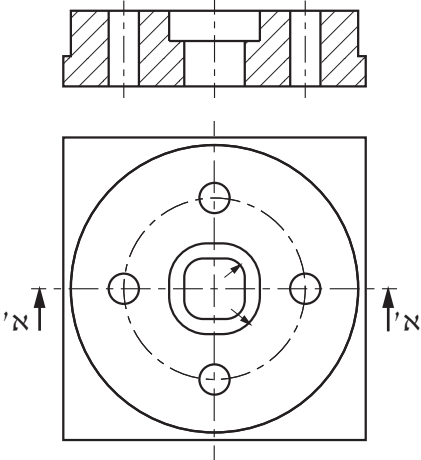
ל ע י ב ו ד ה מ ש ט ח					
1	2	3	4	5	6
שלב	גיאומטרית השיבוב (GEOM)	תהליך העיבוד (JOB)	תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	סוג כלי העיבוד	מידת הקוטר של כלי העיבוד
					

לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 מידת הקוטר של כלי העיבוד
					

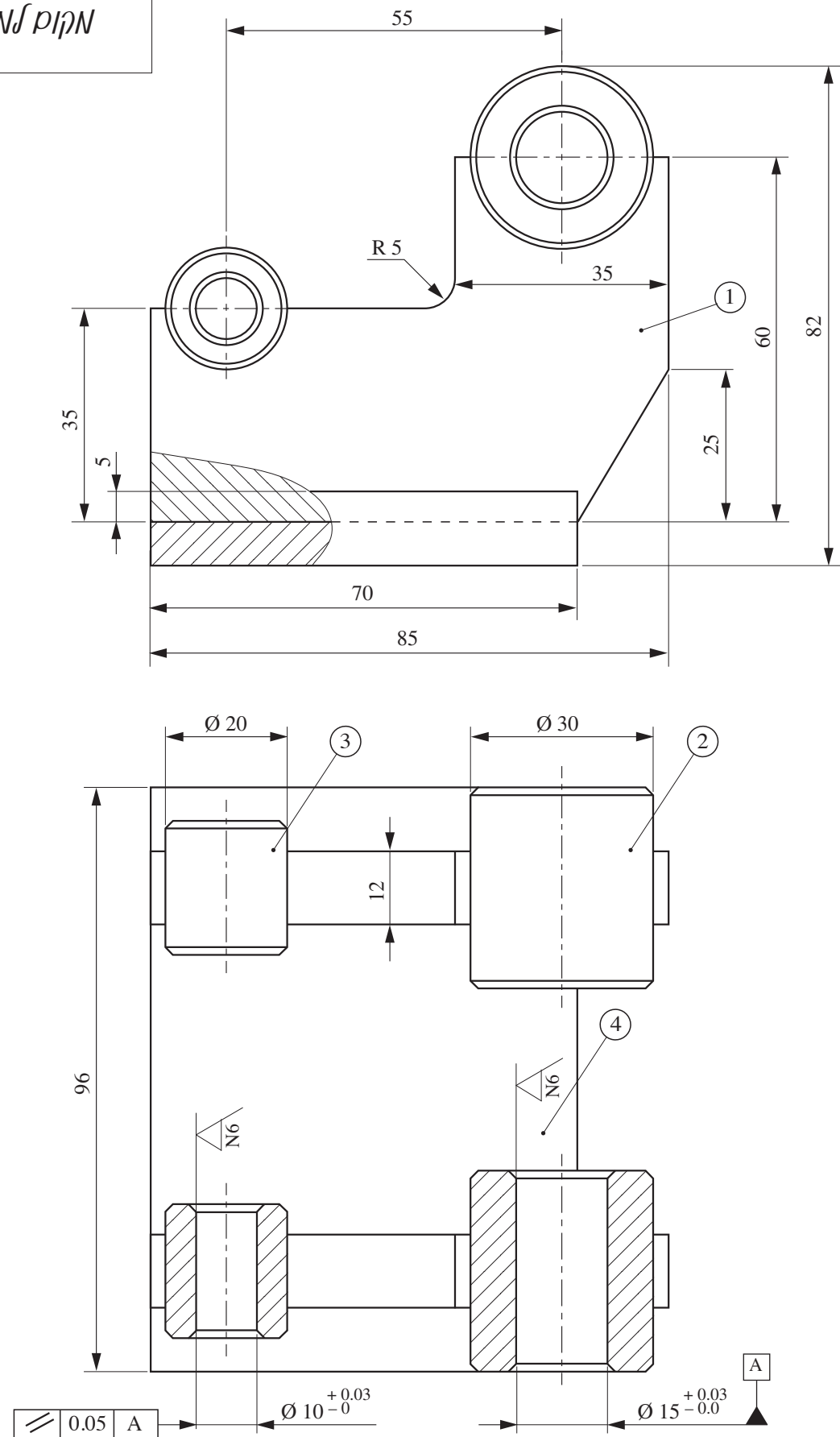
לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 מידת הקוטר של כלי העיבוד
					

לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 מידת הקוטר של כלי העיבוד
					

לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקצה של כלי העיבוד ומידותיו העיקריות (סרטוט ביד חופשית)
					

לעיבוד המשטח					
1 שלב	2 גיאומטרית השיבוב (GEOM)	3 תהליך העיבוד (JOB)	4 תיאור דפינה ונקודת מוצא (S.P.)	5 סוג כלי העיבוד	6 הקצה של כלי העיבוד ומידותיו העיקריות (סרטוט ביד חופשית)
					

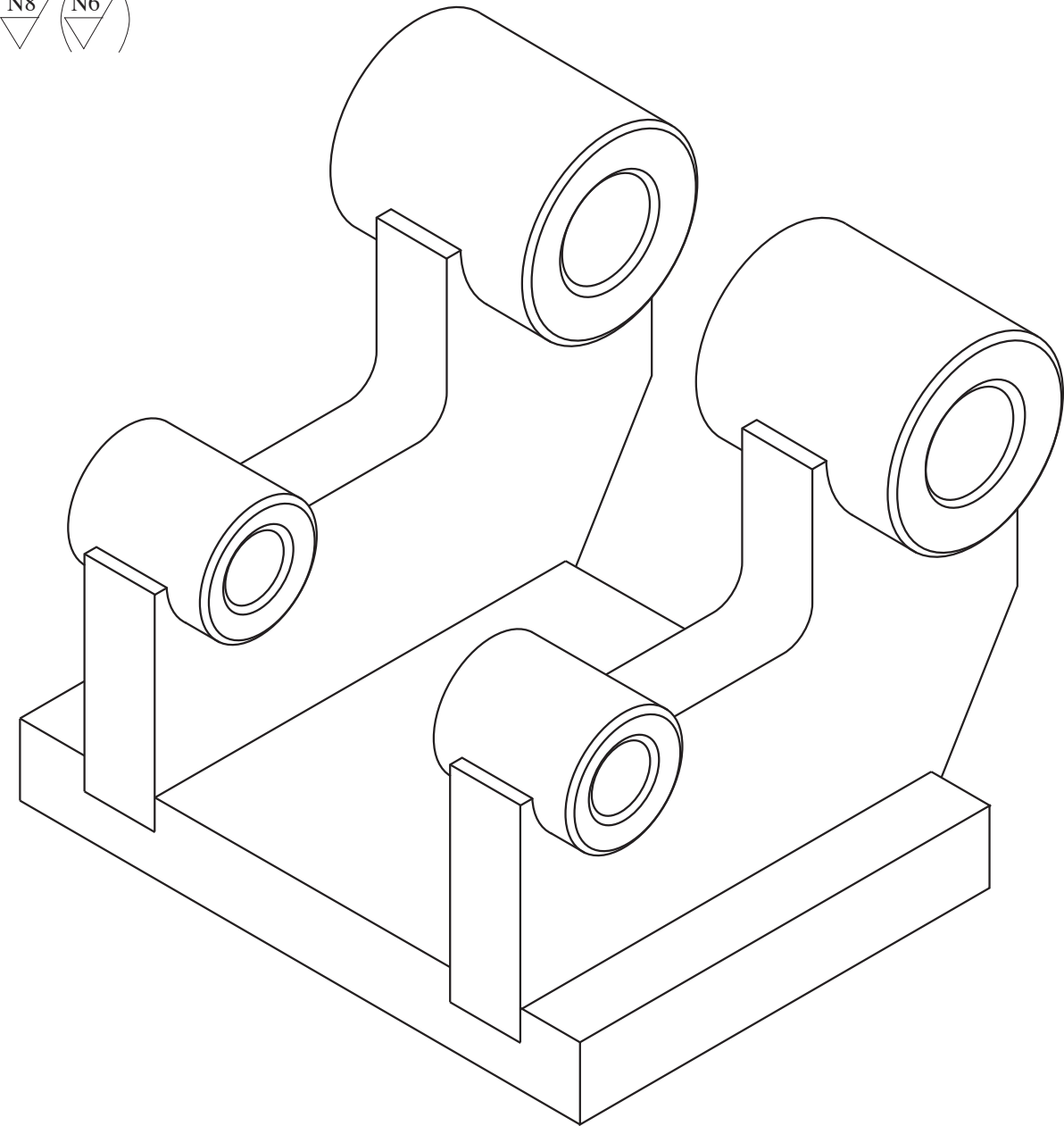
מקום לאזהרות נבחן



סבולת כללית: ± 0.2

N8 / (N6)

נספח ד' (לשאלה 6)
לשאלון 710911, אביב תשע"ו

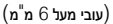
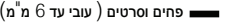
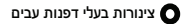


1	בסיס	4
2	תותב קטן	3
2	תותב גדול	2
2	תומך	1
כמות	שם החלק	חלק מס'

נספח ה': ייעודן של פלדות (לשאלה 10)

לשאלון 710911, אביב תשע"ו
אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה

כינוי לפי תקן אמריקאי SAE	קבוצות	תקן גרמני DIN	צורות מקובלות	ייעוד
SAE 1010	פלדות פחמן	C 10		חלקים ללא דרישות חוזק מיוחדות: צמנט אפשרי.
SAE 1020		C 22		פינים, גלגלי שיניים גדולים. חלקים בעלי חוזק נמוך: צמנט אפשרי.
SAE 1035		C 35		גלים חלולים, תותבים. חלקים בעלי חוזק בינוני.
SAE 1040		≈C 45		גלים, גלגלי שיניים, ברגים. חלקים בעלי חוזק בינוני.
SAE 1050		≈Cf 53		כלים חקלאיים, פטישים, גרזנים. חלקים כבדים בעלי חוזק בינוני ועמידים בפני זעזועים.
SAE 1070	פלדות עשירות פחמן (קפיציות)	Cf 70		כלים לחקלאות, טבעים לחישול. חלקים קפיציים בעלי חוזק גבוה.
SAE 1075		C 75		קפיצים שטוחים, להבי סכינים. חלקים קפיציים בעלי חוזק גבוה.
SAE 1090		–		קפיצים גליליים ומיוחדים. חלקים לשימוש מיוחד.
SAE 1113	פלדות נוחות שיבוב פלדות מנגן	9 S 20		ברגים, אומים, פינים. חלקים בעלי חוזק נמוך, עבירות טובה ומרקם טוב.
SAE 1137		–		גלים, חלזונות. חלקים בעלי חוזק בינוני, עבירות טובה ומרקם טוב.
SAE 1340		42 MnV 7		גלים, גלגלי שיניים. חלקים בעלי חוזק גבוה.
SAE 3120	פלדות נתרן	≈15 CrNi 6		גלים, גלגלי שיניים. חלקים בעלי חוזק גבוה, אלסטיות עם צמנט.
SAE 3310		14 CrNi 14		גלגלי שיניים, גלי כוכב. חלקים בעלי חוזק גבוה עם צמנט.
SAE 4130		25 CrMo 4		גלים, גלגלי שיניים, מצמדים. חלקים בעלי חוזק גבוה מאוד.
SAE 4140		42 CrMo 4		גלים, גלי ארכובה, גלי זיזים. חלקים בעלי חוזק גבוה במיוחד.
SAE 4340		–		גלי ארכובה, חלקי מטוסים מיוחדים. חלקים בעלי חוזק גבוה במיוחד.
SAE 52100		100 Cr 6		חלקים של מיסבי גלגול. חלקים בעלי קשיות גבוהה.
SAE 6150		50 CrV 4		קפיצים גדולים, גלי כוכב, חלקי משאבות. חלקים עמידים בפני זעזועים.
SAE 30301		X 12 CrNi 17 7		חלקי מכשירים לשימוש ביתי וכלי מטבח. חלקים עמידים בפני חום וחלודה מוגבלת.
SAE 30303 F	פלדות בלתי מחלידות	X 12 CrNi 18 8		ברגים, אומים, פינים. חלקים בעלי עבירות טובה ועמידים בפני חום וחלודה.
SAE 30304		X 5 CrNi 18 9		חלקי מכשירים בתעשייה. חלקים עמידים בפני חום וחלודה.
SAE 514416 F		–		סכינים. חלקים בעלי חוזק גבוה, עבירות טובה ועמידים בפני חלודה מוגבלת.
SAE 51420		X 20 Cr 13		כלים רפואיים לניתוח. חלקים בעלי חוזק גבוה במיוחד ועמידים בפני חלודה מוגבלת.
⁽³⁾ W1 (1.0c)	פלדות כלים	C 100 W 2		פטישים, איזמלים. כלים בעלי קשיות חיצונית גבוהה והתנגדות גבוהה לשחיקה: סכנת עיוות.
01		–		מברגים, מדידים, מבטלי גזירה. כלים בעלי קשיות חיצונית גבוהה והתנגדות גבוהה לשחיקה.
D2		X 155 CrVMo 12 1		מבטלי כפיפה, עוקצים למחרטה, גילי עיצוב. כלים בעלי התנגדות גבוהה במיוחד לשחיקה.
D3		–		מבטלי משיכה, כלים ללחצנות. כלים בעלי התנגדות גבוהה במיוחד לשחיקה.
S1		45 WCrV 7		עקבים, איזמלים, כלים פנימיים. כלים בעלי התנגדות גבוהה במיוחד לשחיקה ועמידים בפני זעזועים.
H13		X 40 CrMoV 5 1		תבניות ליציקת לחץ, מבטלים לכבישה בחום. כלים לעבודה בחום עד 500°C.
H21		X 30 CrMoV 9 3		תבניות ליציקת לחץ, מבטלים לכבישה בחום. כלים לעבודה בחום עד 600°C.
M2		DMo 5		סכיני חריטה, מקדחים, מקררים, כרסומים. כלי חיתוך לשיבוב מהיר, עמידים בפני חום.
T4	פלדות מהירות	E 18 Co 5		סכיני חריטה, מקדחים, עמידים בפני חום.

פלדת כסף⁽³⁾
 מוטות
 לוחות ופליחים (עובי מעל 6 מ"מ)
 פחים וסרטים (עובי עד 6 מ"מ)
 צינורות
 צינורות בעלי דפנות בעים
 חוטים
LT פרופילים

נספח ו': תכונות של פלדות (לשאלה 10)

לשאלון 710911, אביב תשע"ו
אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה

תכונות טכנולוגיות					תכונות מכניות					(1) הרכב כימי										קבוצות	כינוי לפי תקן אמריקאי SAE
ניתן לצמנט	כושר חיסום	כושר ריתוך	כושר חישול	(2) עמידות ב-%	קשיות		התארכות יחסית ב-%	מאמץ מתיחה מקסימלי Ultimate Tensile Stress N/mm2 [MPa]	מאמץ כניעה Yield Stress N/mm2 [MPa]	מצב בזמן הבדיקה	יסודות אחרים	W	V	Mo	Cr	Ni	Si	Mn	C		
					HRC	HB															
22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
עד $H_{Rc} = 56 \div 58$	-	○	⊗	43	-	129	28	410	245		-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.10	פלדות פחמן	SAE 1010
עד $H_{Rc} = 56 \div 58$	-	○	⊗	65	-	156	25	520	335		-	-	-	-	-	-	-	0.4	0.20		SAE 1020
-	-	◆	○	70	-	172	22	565	365		-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.35		SAE 1035
-	⊕	◆	○	60	עד 26 ←	183 ÷ 262	18	620 ÷ 775	430 ÷ 590		-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.40		SAE 1040
-	⊕	◆	○	52	עד 33 ←	192 ÷ 321	15	655 ÷ 980	420 ÷ 745		-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.50		SAE 1050
-	⊗	◆	○	45	עד 36 ←	212 ÷ 321	14	685 ÷ 1120	430 ÷ 815		-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.70	פלדות עשירות פחמן (קפיציית)	SAE 1070
-	⊗	◆	○	44	עד 41 ←	223 ÷ 388	12	705 ÷ 1215	450 ÷ 910		-	-	-	-	-	-	-	0.6	0.75		SAE 1075
-	⊗	-	-	-	-	-	-	2160 ÷ 2405	-		-	-	-	-	-	-	-	0.7	0.90		SAE 1090
עד $H_{Rc} = 60 \div 62$	-	-	⊗	125	-	163 ÷ 229	10 ÷ 20	520 ÷ 685	490 ÷ 655		S=0.3	-	-	-	-	-	-	0.8	0.13	פלדות נוחות שיבוב	SAE 1113
-	-	-	⊕	73	-	187 ÷ 229	12	620 ÷ 795	550 ÷ 685		S=0.1	-	-	-	-	-	-	1.5	0.37		SAE 1137
-	⊗	●	⊕	45	21 ÷ 58 ←	235 ÷ 578	9 ÷ 25	685 ÷ 1940	520 ÷ 1620		-	-	-	-	-	-	0.3	1.7	0.40	פלדות נתך	SAE 1340
עד $H_{Rc} = 60 \div 62$	⊗	-	⊕	63	31 ←	300	16	970 ÷ 1060	735 ÷ 1030		-	-	-	-	0.7	1.3	0.3	0.7	0.20		SAE 3120
עד $H_{Rc} = 60 \div 62$	○	-	⊕	45	39 ←	363	15	1245	1030		-	-	-	-	1.6	3.5	0.3	0.5	0.10		SAE 3310
-	○	⊗	⊕	60	עד 48 ←	202 ÷ 461	12 ÷ 28	675 ÷ 1620	620 ÷ 1355		-	-	-	0.2	1.0	-	0.3	0.5	0.30		SAE 4130
-	○	⊕	⊕	62	21 ÷ 58 ←	235 ÷ 578	11 ÷ 23	805 ÷ 2000	685 ÷ 1725		-	-	-	0.2	1.0	-	0.3	0.9	0.40		SAE 4140
-	○	-	⊕	51	30 ÷ 56 ←	293 ÷ 555	11 ÷ 21	980 ÷ 1960	895 ÷ 1570		-	-	-	0.2	0.8	1.8	0.3	0.7	0.40		SAE 4340
-	⊗	-	⊗	45	60 ÷ 62	-	-	-	-		-	-	-	-	1.5	-	0.3	0.3	1.00		SAE 52100
-	⊗	-	⊗	40	23 ÷ 60 ←	241 ÷ 601	7 ÷ 227	815 ÷ 2170	745 ÷ 1865		-	-	0.2	-	1.0	-	0.3	0.8	0.50		SAE 6150
-	-	⊕	⊕	55	-	165	55	725	275		-	-	-	-	17.0	7.0	1.0	2.0	0.12	פלדות בלתי מחלידות	SAE 30301
-	-	●	⊕	65	-	160	50	620	245		S=0.1	-	-	-	18.0	9.0	1.0	2.0	0.12		SAE 30303 F
-	-	⊕	⊗	50	-	149	55	580	285		-	-	-	-	19.0	10.0	1.0	2.0	0.06		SAE 30304
-	⊗	-	⊕	80	עד 41 ←	180 ÷ 390	12 ÷ 25	620 ÷ 1305	410 ÷ 1000		S=0.1	-	-	-	13.0	-	1.0	1.2	0.15		SAE 51416 F
-	⊗	●	⊕	45	50 ←	500	8	1590	1345		-	-	-	-	13.0	-	1.0	1.0	0.35	פלדות כלים	SAE 51420
-	⊗	◆	⊗	50	50 ÷ 64	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	0.3	0.3	1.00		W1 (1.0c)
-	⊗	◆	⊕	45	57 ÷ 62	-	-	-	-		-	0.5	0.2	-	0.5	-	0.3	1.2	1.00		O1
-	⊗	-	●	25	54 ÷ 61	-	-	-	-		-	-	0.6	0.8	12.0	-	0.3	0.3	1.50		D2
-	⊗	-	●	25	54 ÷ 61	-	-	-	-		-	-	0.6	-	12.0	0.5	0.3	0.3	2.20		D3
-	⊗	-	●	42	40 ÷ 58	-	-	-	-		-	2.3	0.2	0.3	1.4	-	0.3	0.3	0.50		S1
-	⊗	-	⊕	37	40 ÷ 47	-	-	-	-		-	-	1.0	1.4	5.0	-	1.0	0.4	0.40		H13
-	⊗	-	●	37	36 ÷ 54	-	-	-	-		-	9.5	0.4	-	3.0	-	0.3	0.3	0.30		H21
-	○	-	●	25	60 ÷ 65	-	-	-	-		-	6.2	1.9	5.0	4.0	-	0.3	0.3	0.80	פלדות מהירות	M2
-	○	-	●	25	60 ÷ 65	-	-	-	-		Co=5.0	18.5	1.1	0.7	4.0	-	0.3	0.3	0.70		T4
(1) ערכים ממוצעים					ריתוך					טוב מאוד										מעובד בחם	
(2) חישוב האחוזים מבוסס על פלדת SAE 1112 בעלת 100% עבירות					בשיטות מיוחדות					טוב										מעובד בקר	

לשאלון 710911, אביב תשע"ו
אין צורך לצרף נספח זה למחברת הבחינה

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
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 מדוד ממוצע
early time	Ближняя граница промежутка времени	وقت مُتقدّم	זמן מוקדם
standard time	Стандартное время	وقت مُحدّد (وقت معياري)	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	בְּרִסּוֹם 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	مُنحنى الإجهاد	עקומת התעייפות
finishing operation	Завершающие операции	عملية التشطيب	פעולת גימור
carburizing	Цементация	سيمينتيت؛ كريد الحديد	צימנוט
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"ו

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"ו

- 3 -

מקום לאחסון נתונים

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"ו

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							