

תהליכי ייצור ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחנים

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות. עליכם לענות על ארבע שאלות לפי בחירתכם, מן השאלון כולו. לכל שאלה – 25 נקודות, סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס, מילונית המאושרת על ידי אגף הבחינות, כלי סרטוט, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחילו לענות על השאלות, קראו בעיון את כל השאלון וודאו שההנחיות מובנות לכם.
- ענו על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתכם חסר נתון, הוסיפו אותו על-פי שיקול דעתכם, ופתרו בעזרתו את השאלה. ציינו בתשובה את הנתון שהוספתם.
- מידות האורך בכל האיורים נתונות במילימטרים (mm).
- בתשובה על שאלת חישוב, עליכם להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- בנספח ד' לשאלון זה מובא מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, רוסית ואנגלית. תוכלו להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיחים:

בתום הבחינה, ודאו שהנבחנים הדביקו את מדבקת הנבחן שלהם על נספחים א' ו-ג', וצירפו אותם למחברת הבחינה.

כתבו במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתבו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. כתיבת טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 10 עמודים ו-6 עמודי נספחים.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים,
אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

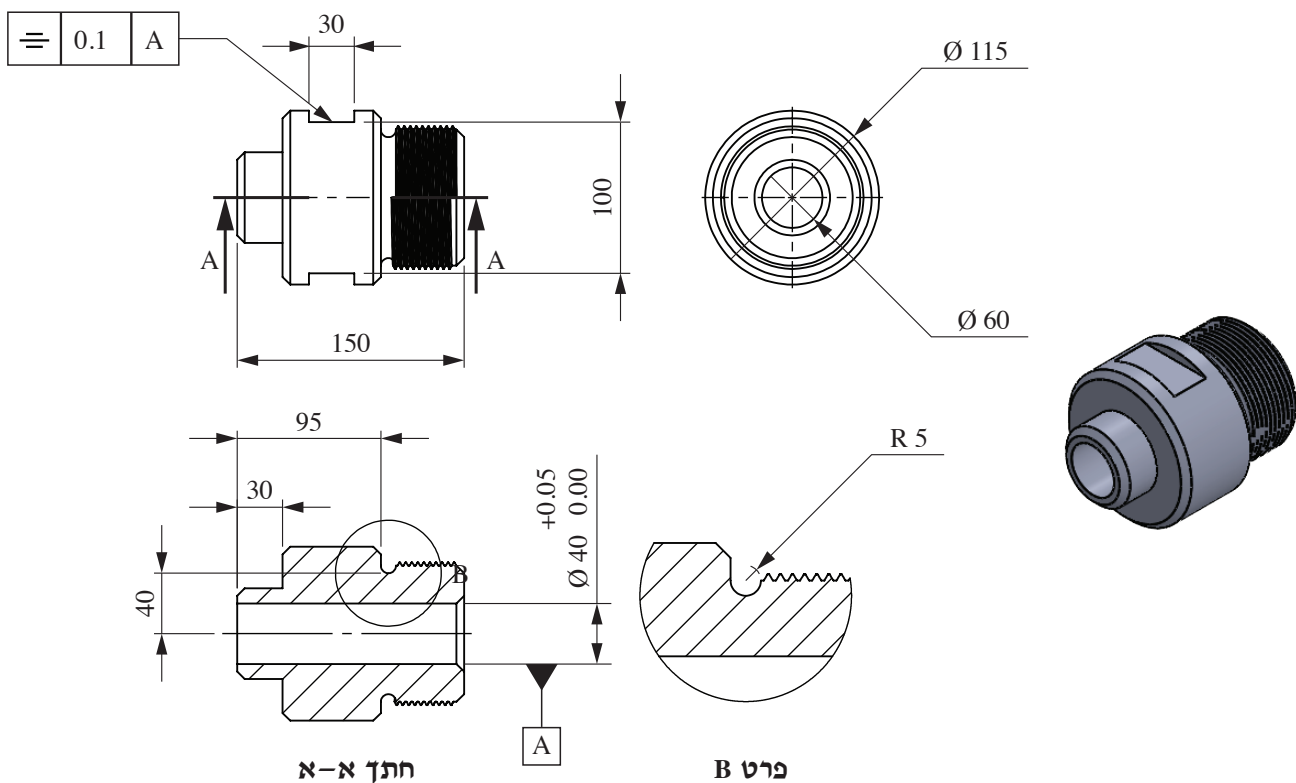
השאלות

בשאלון זה חמישה פרקים ובהם עשר שאלות.
עליכם לענות על ארבע שאלות, לפי בחירתכם, מן השאלון כולו (לכל שאלה – 25 נקודות).

פרק ראשון: תכנון תהליך טכנולוגי

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון סרטוט של חלק שיש לייצרו מסגסוגת אלומיניום AL 6061 בייצור בודד.



איור לשאלה 1

ענו על הסעיפים א'–ג' בגיליון הפעולות שבנספח א':

- א. (6 נק') תארו את התהליך הטכנולוגי של ייצור החלק, פרט להברגה. כללו בתיאור תרשימים ברורים של פעולות העיבוד ואת שמות הפעולות.
- ב. (12 נק') קבעו בכל פעולה את ההצבות ואת השלבים הנדרשים.
- ג. (7 נק') קבעו בכל שלב את סוג המכונה המתאים לעיבוד החלק, את שמו של מתקן העזר הדרוש לדפינת החלק, ואת כלי השיבוב וכלי המדידה הנחוצים.

הדביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח א', וצרפו את הנספח למחברת הבחינה.

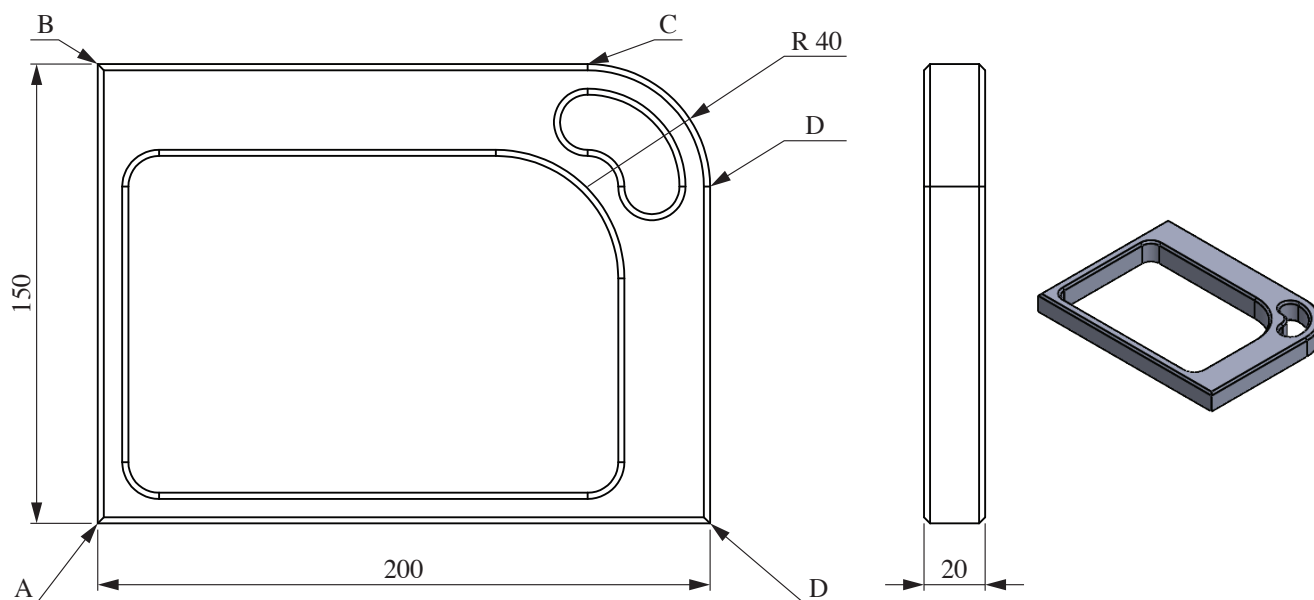
פרק שני: עיבוד שבבי ומתקני ייצור

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון סרטוט של חלק העשוי סגסוגת אלומיניום AL 6061.

נדרש לייצר 5 יחידות של חלק זה בתהליך עיבוד שבבי ממוחשב CNC.

יש לבצע עיבוד גמר של ההיקף (מסומן מ-A ועד A).

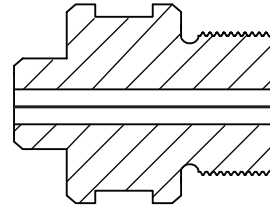
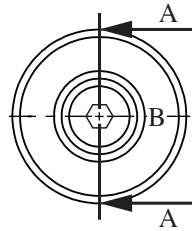


איור לשאלה 2

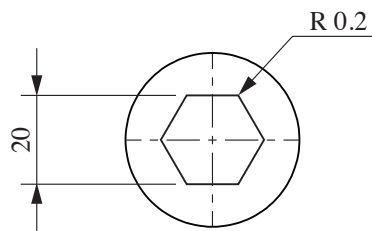
- א. (7 נק') סרטוטו במחברת את הפרופיל של החלק המופיע באיור, וסמנו באופן סכמתי ובעזרת סימנים מוסכמים את אופן הדפינה של החלק בעת עיבודו.
- ב. (5 נק') סמנו על גבי החלק שסרטוטם את מערכת הצירים ואת נקודת המוצא (S.P.) של כלי העיבוד.
- ג. (7 נק') רשמו את מיקום הנקודות ביחס לנקודת המוצא (S.P.) שסימנתם בסעיף ב'.
- ד. (6 נק') אפיינו את סוגי התנועות השונים בעיבוד הגמר, וציינו את הוראת ה-G המתאימה לכל סוג תנועה.

שאלה 3

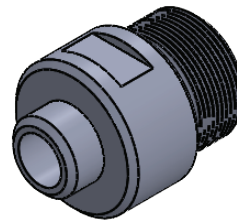
באיור לשאלה 3 מתואר פריט שיש לבצע בו פתח בצורת משושה לכל אורכו. הפריט עשוי מפלדה קשה מאוד (RC 50), ולביצוע הפתח נדרשת רמת דיוק גבוהה. בבית המלאכה שממנו הוזמן הפריט, הוחלט כי אין אפשרות לבצע את הפתח באמצעות כרסום או חריטה.



חתך א-א



פרט B



איור לשאלה 3

- א. (6 נק') הציעו שיטת עיבוד מתאימה לייצור הפריט.
- ב. (9 נק') הסבירו את עקרון הפעולה של שיטת העיבוד שהצעתם.
- ג. (10 נק') הסבירו מדוע אי אפשר לייצר את הפריט באמצעות כרסום או חריטה. התייחסו בתשובתכם לאילוצים המופיעים בסרטוט.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 מתואר חלק העשוי פלדת פחמן בעלת קושי של 190 HB .

יש לכרסם בחלק משטח שמידותיו 150×200 , בעובי 5 .

כרסום המשטח יתבצע בעזרת כרסום מצח בקוטר 150 mm , מתק"ש בעל 12 שיניים, בתנאים האלה:

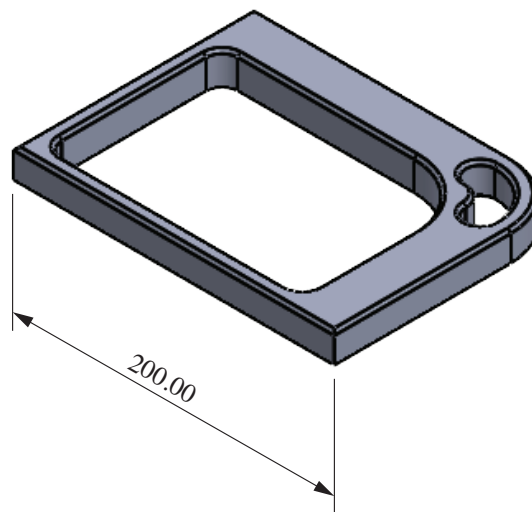
- עומק חיתוך (היגש): 2.5 mm

- הקדמה לשן: $0.1 \frac{\text{mm}}{\text{tooth}}$

- נצילות הכרסומת: 85%

- מהירות חיתוך: $140 \frac{\text{m}}{\text{min}}$

- התנגדות סגולית לכרסום: $3800 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$



איור לשאלה 4

היעזרו בנספח ב' לצורך פתרון השאלה.

(8 נק') א. חשבו את זמן העיבוד של המשטח.

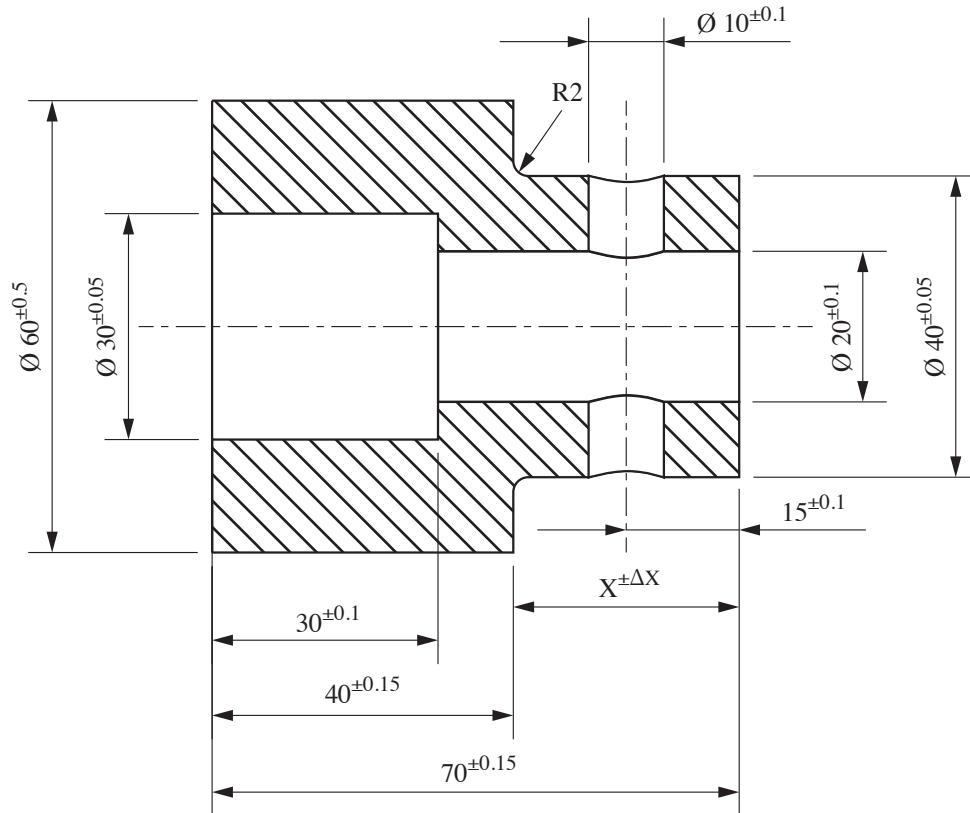
(9 נק') ב. חשבו את כוח השיבוב (כוח החיתוך) הפועל על הכרסום.

(8 נק') ג. חשבו את ההספק המכני הנדרש ממנוע הכרסומת.

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי ומדידות

שאלה 5

באיור לשאלה 5 נתון סרטוט של חלק המיוצר בעיבוד שבבי מפלדה SAE1020.



איור לשאלה 5

7 נק') א. חשבו את המידה המתקבלת $X \pm \Delta x$.

8 נק') ב. חשבו את המידה הטכנולוגית $X \pm \Delta x$.

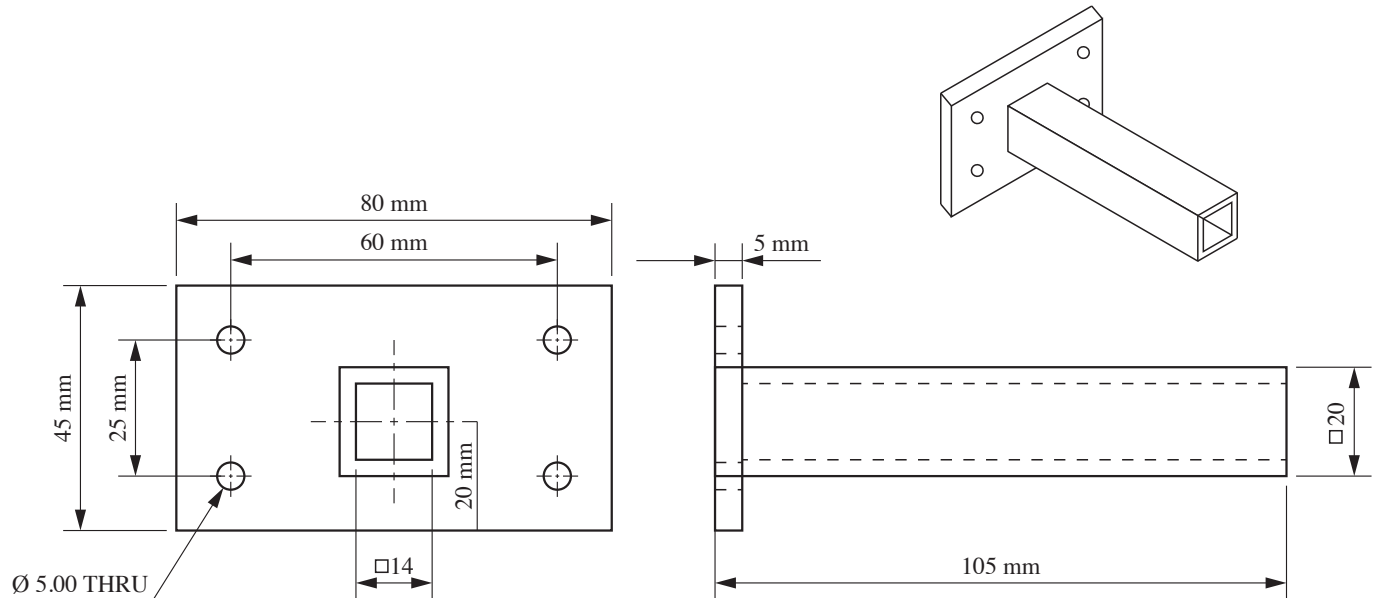
סעיפים ג' ו-ד' אינם מתייחסים לחלק הנתון בסרטוט לשאלה 5:

5 נק') ג. האם ניתן בעזרת סרגל רגיל לבדוק את אורך החלק 70 ± 0.15 ? נמקו את תשובתכם.

5 נק') ד. האם ניתן בעזרת סרגל רגיל לבדוק קוטר של $\varnothing 60 \pm 0.5$? נמקו את תשובתכם.

שאלה 6

באיור לשאלה 6 מתואר תומך למדף. התומך עשוי מאלומיניום 6061-T6.
התומך מורכב מצינור המחובר לבסיס בעזרת ריתוך מסביבו. עובי תפר הריתוך הוא 2 mm.



איור לשאלה 6

- א. (8 נק') סרטטו על גבי הנספח לשאלה (נספח ג') את תפרי הריתוך הגרפי, וסמנו את הסימון התקני שלהם.
- ב. (8 נק') כתבו את שתי השיטות שבהן ניתן להשתמש לריתוך הצינור לבסיס, והסבירו אחת מהן.
- ג. (9 נק') סרטטו במחברתכם את הבסיס, וציינו בסרטוט את כל המידות הדרושות לייצורו.

הדביקו את מדבקת הנבחן במקום המיועד לכך בנספח ג', וצרפו את הנספח למחברת הבחינה.

פרק רביעי: הנדסה תעשייתית

שאלה 7

במפעל לייצור תבניות יציקה בודקים אפשרות לייצר סוג אחד של תבניות על ידי קבלן משנה (ללא הוצאות קבועות), במקום ייצור עצמי במפעל.

לצורך בדיקת כדאיות ועלויות ייצור נאספו הנתונים האלה:

1. ההוצאות הקבועות בייצור התבניות על ידי המפעל – 21,000 ש"ח לחודש.
2. קצב ייצור התבניות במפעל – 20 תבניות ליום (ימי עבודה בחודש – 25).
3. עלות הייצור של תבנית אחת במפעל – 35 ש"ח.
4. עלות הייצור של תבנית אחת על ידי קבלן משנה – 65 ש"ח. הקבלן יכול לספק 1,000 תבניות בחודש.

- 8 נק') א. חשבו את נקודת האיזון בין ייצור התבניות על ידי המפעל לייצור על ידי קבלן המשנה.
- 9 נק') ב. הציגו את שתי החלופות בעזרת שני גרפים שמערכת הצירים בהם מייצגת את ההוצאות כפונקצייה של כמות הייצור. סמנו בכל גרף את נקודת האיזון.
- 8 נק') ג. בהזמנה יש לספק 500 תבניות בתוך חודש. באיזו דרך כדאי לבחור לייצור התבניות: ייצור עצמי של המפעל או ייצור על ידי קבלן משנה?

שאלה 8

עובד מפעיל כרסומת CNC שמייצרת חלק אחד בכל מחזור עבודה.

בטבלה שלפניכם מתואר סדר הפעולות של מחזור עבודה אחד.

תיאור הפעולה	זמן צפוי בדקות	אופי הפעולה
כיוון ראשוני של המכונה	1.4	חיצונית
כיוון מיקום המוצר	0.62	חיצונית
מדידת מוצר ממחזור קודם	1.85	פנימית
פריקת מוצר מהכרסומת	1.34	חיצונית
כרסום חומר במכונה	מדוד (4)	עבודת כרסומת שיבוב

הערות:

פעולה חיצונית – פעולה המבוצעת על ידי העובד בזמן שהכרסומת דוממת.

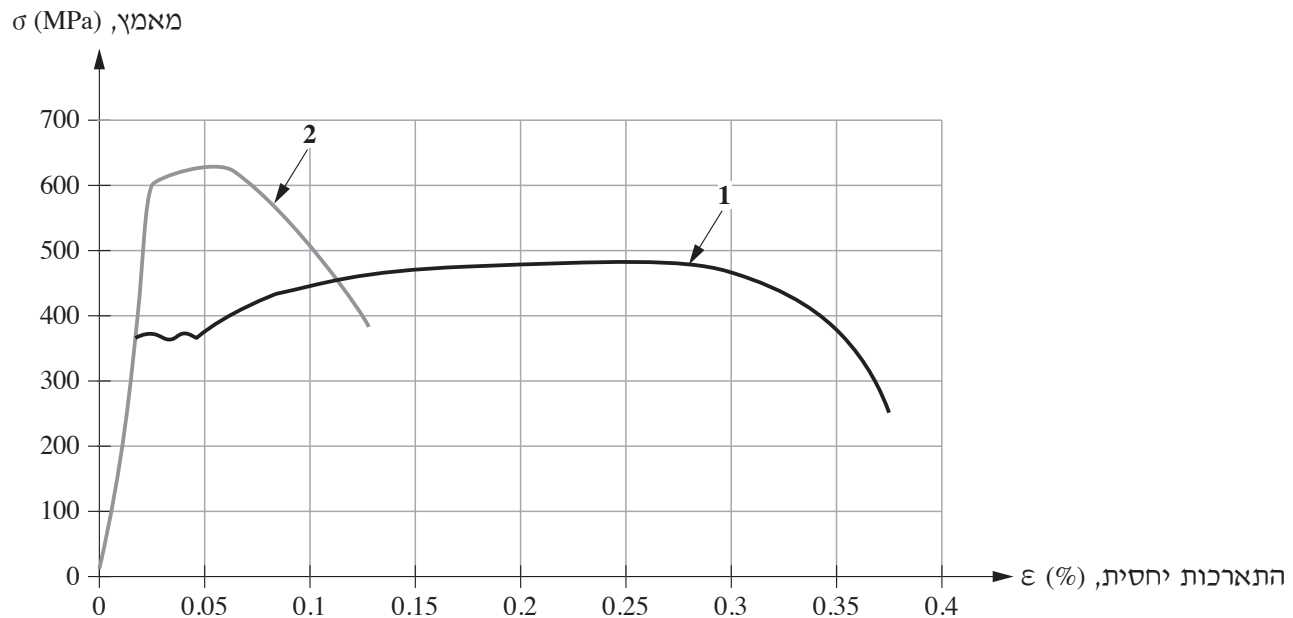
פעולה פנימית – פעולה המבוצעת על ידי העובד בזמן שהמכונה פועלת.

- 9 נק') א. סרטטו תרשים אדם-מכונה על פי הזמנים המצוינים בטבלה.
- 9 נק') ב. חשבו את העומס על העובד ואת נצילות המכונה.
- 7 נק') ג. חשבו את התפוקה הממוצעת ליום עבודה של 8 שעות.

פרק חמישי: חומרים הנדסיים

שאלה 9

באיור לשאלה 9 מתוארים שני דגמים העשויים מפלדות שונות. שתי הפלדות, פלדה 1 ופלדה 2, נבדקו בנפרד במכונת מתיחה זהה.

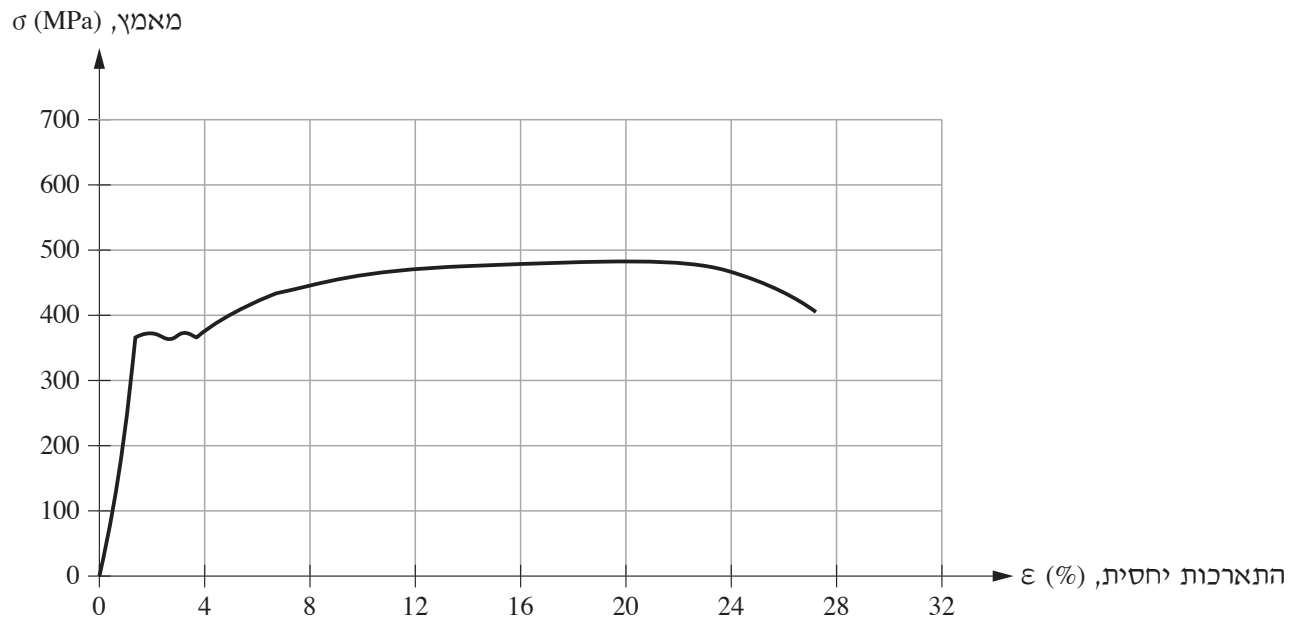


איור לשאלה 9
עקומות המתיחה של שני הדגמים

- א. (5 נק') ציינו באיזו פלדה כמות הפחמן גדולה יותר, והסבירו כיצד משפיע אחוז הפחמן על פלדה זו.
- ב. (5 נק') האם מודולי האלסטיות של שתי הפלדות זהים? נמקו את תשובתכם.
- ג. (7 נק') האורך ההתחלתי של שני הדגמים הוא $L_0 = 60 \text{ mm}$. על פי הגרף, חשבו את ההתארכות של כל אחד מהדגמים בנקודת המאמץ המרבי שלו (ללא דפורמציה פלסטית).
- ד. (8 נק') נתון מוט עגול שקוטרו $D = 11 \text{ mm}$ ומקדם הביטחון שלו $S = 1.5$. על מוט זה מופעל כוח מתיחה של $F = 18,000 \text{ N}$. האם שתי הפלדות מתאימות לייצור המוט או רק אחת מהן? נמקו את תשובתכם.

שאלה 10

באיור לשאלה 10 מוצגת עקומת מאמץ מעוות של מוט פלדה SAE 1040.



איור לשאלה 10

א. (7 נק') מהם ערכי σ_y , σ_{uts} ו- ϵ_{uts} של הפלדה?

ב. (7 נק') על פי העקומה, חשבו את מודול האלסטיות E של הפלדה.

ג. (11 נק') נתון מוט עגול העשוי מפלדה זהה, שקוטרו $d = 11 \text{ mm}$ ואורכו ההתחלתי $L_0 = 70 \text{ mm}$.

חשבו:

1. (6 נק') על המוט מופעלים כוחות מתיחה של $F = 10,000 \text{ N}$. אם מקדם הביטחון בתכנון הוא $S = 2$,

האם המוט יעמוד בדרישות החוזק? נמקו את תשובתכם.

2. (5 נק') אם יופעל על מוט הפלדה כוח מתיחה של $50,000 \text{ N}$, בכמה מ"מ יתארך המוט?

בהצלחה!

עמוד מספר: 1		שם החלק:		סוג חומר הגלם:		תאריך:	
מתוך 2 עמודים				המסה של חומר הגלם:		מידות חומר הגלם:	
פ ע ל ל ה	ה צ ב ה	ש ל ב	שם של מרכיב התהליך ותיאורו	תרשים העיבוד	מכונת עיבוד	מתקני עזר	כלי מדידה

נספח א' לשאלה 1: גיליון פעולות בתהליך טכנולוגי

לשאלון 710911, אביב תשפ"ו

עמוד מספר: 2		שם החלק:		סוג חומר הגלם:		תאריך:	
מתוך 2 עמודים				המסה של חומר הגלם:		מידות חומר הגלם:	
פ ע ל ל ה	ה צ ב ה	ש ל ב	שם של מרכיב התהליך ותיאורו	תרשים העיבוד	מכונת עיבוד	מתקני עזר	כלי מדידה

נספח ב' (לשאלה 4): נתוני שיבוב בכרסום אצבע ממתק"ש

לשאלון 710911, אביב תשפ"ו

נתוני שיבוב בכרסום אצבע, ממתק"ש

		כרסום גס		כרסום עדין	
חומר עובד	קשיות	v_c	f_z	v_c	f_z
פלדה	HB 85–150	120–160	0.06–0.100	150–220	0.04–0.090
	HB 150–200	100–150	0.06–0.100	140–190	0.03–0.080
	HB 200–250	90–130	0.05–0.100	130–170	0.02–0.070
	HB 250–325	75–100	0.05–0.100	100–125	0.02–0.050
	HB 325–400	45–70	0.02–0.070	50–85	0.02–0.040
	Rc 45–48	30–40	0.01–0.015	40–50	0.01–0.015
	Rc 48–50	20–30	0.01–0.015	30–40	0.01–0.015
פלב"ם (פלדה בלתי מחלידה)	HB 135–185	90–130	0.02–0.08	100–160	0.01–0.05
	HB 185–250	70–100	0.02–0.08	90–140	0.01–0.05
	HB 250–325	50–75	0.02–0.08	70–100	0.01–0.05
	HB 385–400	25–35	0.02–0.08	35–40	0.01–0.05
יצקת ברזל אפורה	HB 150–200	100–120	0.05–0.10	140–160	0.02–0.07
	HB 200–250	70–90	0.04–0.10	90–110	0.02–0.05
	HB 250–300	35–60	0.03–0.09	70–100	0.01–0.05
	HB > 300	30–40	0.02–0.07	40–50	0.01–0.04
טיטניום	< 99.2%	25–60	0.02–0.10	30–60	0.02–0.05
	> 99.2%	90–120	0.05–0.08	100–120	0.02–0.07
ארד (ברונזה)		150–250	0.10–0.30	200–300	0.04–0.15
נתך אלומיניום		300–600	0.08–0.20	400–1100	0.05–0.12
חומרים פלסטיים		100–250	0.10–0.20	100–400	0.05–4.00

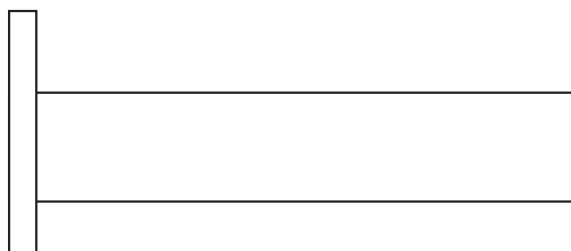
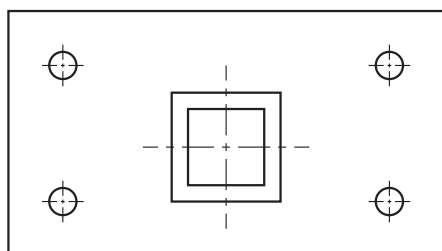
$f_z \left[\frac{\text{mm}}{\text{tooth}} \right]$ – קידמה לשן

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

מקום נבחרת נבחן

נספח ג' (לשאלה 6א'): ריתוך מכלול אלומיניום

לשאלון 710911, אביב תשפ"ו



נספח ד': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710911, אביב תשפ"ו

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
discontinuity	Прерывистость	انقطاع	אי־רציפות
operations sheet	Технологический процесс	أوراق عمل	גיליון פעולות
mounting	Зажим/крепёж	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 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	פְּרִסוֹם דיסקה
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	סיבולת
geometric tolerance	Допуск формы и расположения	التسامح الهندسيّ	סיבולת 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

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
carburizing	Цементация	סימנטיט; קרייד הדייד	צימנוט
material density	Плотность материала	כחافة المادّة	צפיפות החומר
fixation	Фиксация	תבנית	קיבוע
feed per revolution	Подача на оборот	دايرة الخطوة	קידמה לסיבוב
feed per tooth	Подача на зуб	الخطوة للسّن	קידמה לשן
welding	Сварка	لحام	ריתוך
stop watch	секундомер	ساعة قياس الوقت	שעון עצר