GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 מועד ב'
סמל השאלון: 97002
שם התלמיד/ה: _____

חלקי מכונות ותהליכי עיבוד שבבי

הנדסת מכונות · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: חלק א' (80 נקודות) – 8 שאלות פתוחות, יש לענות על 4 שאלות: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות. שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) – 10 שאלות ברירה – יש לבחור 8 שאלות מתוך 10. שאלות 9-13 בנושא חלקי מכונות. שאלות 14-18 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 2.5 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. שלושה ספרי לימוד. 4. נוסחאון מצורף לבחינה.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש למלא את הפרטים בראש עמוד זה, ולצרף את השאלון כולל את נספח למחברת הבחינה. 2. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 3. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 4. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 5. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 6. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו כדי שלא תיבדק. 7. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 8. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים, שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם. נספחים: נוסחאון; תנאי שיבוב חריטה; תנאי שיבוב בכרסום אצבע. בשאלון זה 12 עמודים, נוסחאון ו-2 נספחים.

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

בהצלחה!

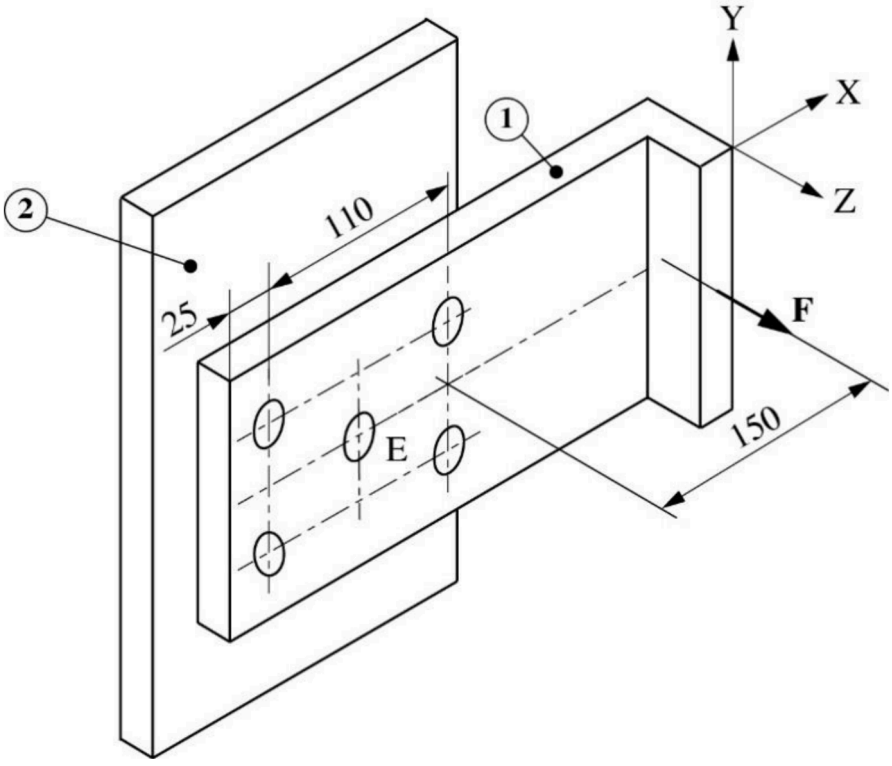
השאלות

1. זוויתן פלדה 1 מהודק לבסיס פלדה 2, באמצעות 5 בורגי הידוק $M12 \times 1.75$, כמוצג באיור לשאלה.

הבסיס 2 רתום. על הזוויתן פועל כוח אופקי $F = 6\,\mathrm{kN}$. הכוח פועל בציר הסימטריה של הזוויתן, במקביל לציר Z.

נתונים:

- מקדם הביטחון בחישוב הברגים: $S = 3$
- מקדם החיכוך בתבריג: 0.12
- מקדם החיכוך בין המשטחים המהודקים: 0.3
- מקדם החלקה: $f_k = 1.2$



א. חשבו את כוח ההידוק המרבי הנדרש בברגים. הסבירו באילו ברגים נדרש כוח הידוק זה.

(7 נקודות)

ב. חשבו את דרגת החוזק הנדרשת לברגים. חשבו למאמץ מורכב בבורג.

(9 נקודות)

ג. חשבו את מקדם הביטחון המתקבל בתכנון הבורג (חשבו למאמץ שקול בברגים).

(4 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

2. באיור מוצגת מערכת המורכבת מתמסורת של זוג גלגלי שיניים ישרות - גלגלים 1 ו-2, ביחס תמסורת של $i = 1 : 2.5$. המנוע מסתובב במהירות של $1500\,\text{rpm}$. הגל המונע CD מחובר לצרכן, ונתמך באמצעות שני מסבים - סמך C קבוע, סמך D נייד.

נתונים:

נתוני תמסורת גלגלי השיניים:

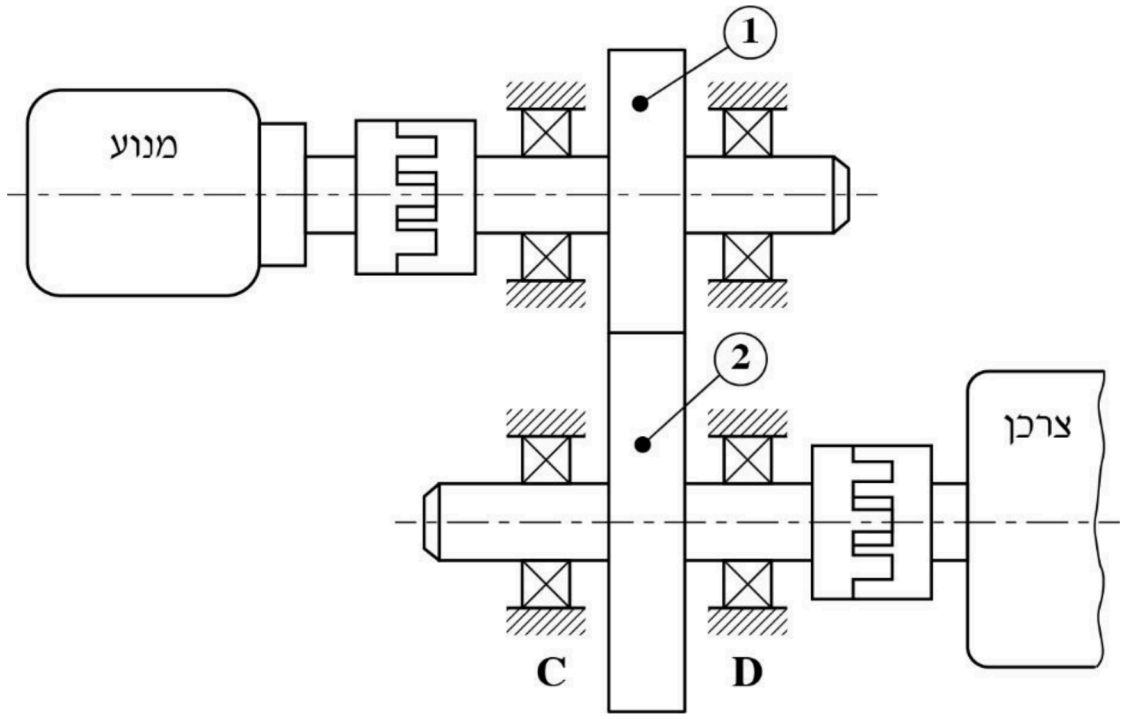
- $Z_1 = 20$, מודול $m = 5\,\text{mm}$
- מקדם רוחב השן $b/m = 10$
- מקדם תנאי עבודה בעבודת הממסרה הוא 1.8.

הגלגלים מיוצרים בעיבוד שבבי

- מאמץ הכפיפה המותר בגלגלי השיניים הוא $[\sigma_b] = 90\,\text{MPa}$.

מקדם תנאי עבודה בעבודת המסבים הוא 1.6

הזניחו הפסדים במערכת



א. חשבו את המומנט המרבי שאפשר להעביר לצרכן באמצעות התמסורת (חשבו לחוזק לכפיפה).

(8 נקודות)

ב. כיצד ישפיע שינוי שלושת הנתונים הבאים (כל אחד בנפרד) על המומנט שחושב בסעיף א':

נצילות התמסורת תהיה 0.9, מהירות המנוע תגדל, יחס התמסורת יקטן. הסבר ללא חישוב.

(5 נקודות)

ג. חשבו את אורך חיי מסב C מסוג 6208 לקוטר גל של $40\,\text{mm}$. הנח שהכוחות הרדיאלי והצירי במסב הם $1500\,\text{N}$ ו- $600\,\text{N}$ בהתאמה. היעזר בנספח המצורף.

(7 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. גלגל שיניים C מחובר לגל ABC ומעביר לגל מומנט פיתול בקצה הגל.

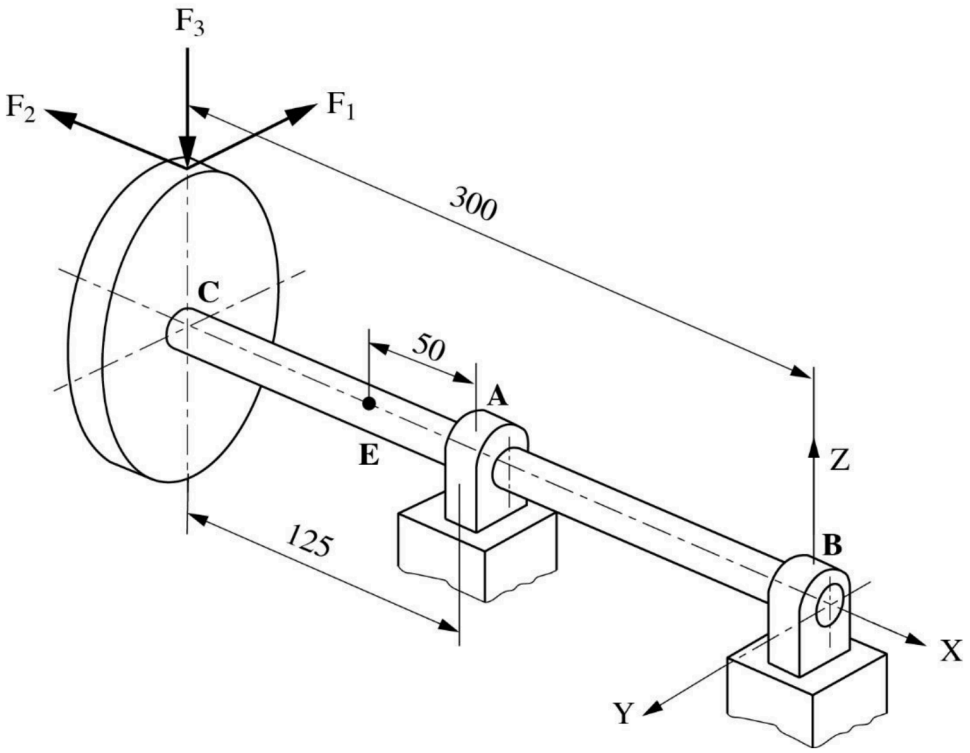
הגלגל הוא חלק מממסרת של זוג גלגלי שיניים.

על הגלגל פועלים כוחות חיצוניים F_1 , F_2 , F_3 , במקביל לצירים X, Y, Z, בהתאמה, כמוצג באיור לשאלה.

הגל נתמך באמצעות סמכים בנקודות A ו-B (סמך B קבוע, סמך A נייד).

נתונים:

- $F_3 = 5\,\text{kN}$, $F_2 = 4\,\text{kN}$, $F_1 = 8\,\text{kN}$
- מאמץ הכניעה בחומר הגל: $\sigma_y = 500\,\text{MPa}$.
- מקדם הביטחון הנדרש בתכנון הגל הוא: $S = 2$
- קוטר הגלגל C: $D = 300\,\text{mm}$



א. חשבו וסרטטו את מהלך מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך הגל.

(10 נקודות)

ב. חשבו את קוטר הגל הנדרש, בהנחה שהוא אחיד?

(5 נקודות)

ג. חשבו את המאמץ הקיים בנקודה E

(5 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4. בתמסורת הרצועות שבאיור לשאלה מסתובב המנוע במהירות של 1500 סל"ד ומניע 2 תמסורות: תמסורת רצועות טריזיות גלגלים 1 ו-2, ותמסורת רצועה שטוחה גלגלים 3 ו-4, יחס התמסורת בכל תמסורת הוא 1:2. המומנט המועבר לצרכן הוא $127\,\mathrm{Nm}$. זווית החביקה בגלגלים 1 ו-3 היא 145° .

נתונים:

- קוטרי הגלגלים הם $D_1 = D_3 = 150\,\mathrm{mm}$.

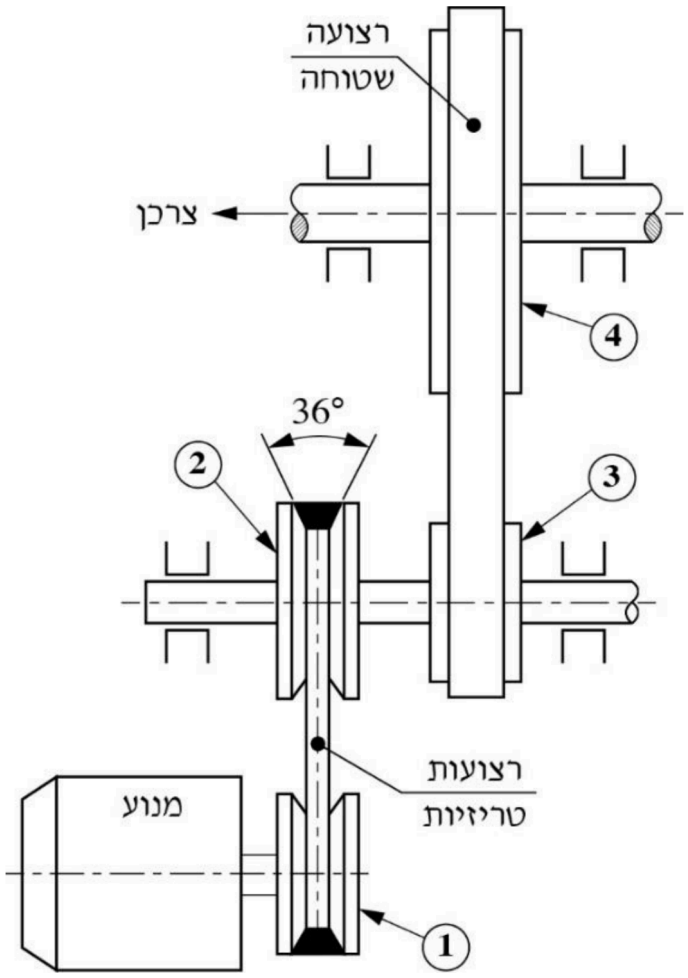
נתוני הרצועה השטוחה:

- עובי $h = 6\,\mathrm{mm}$
- המאמץ המותר $[\sigma] = 5\,\mathrm{MPa}$
- מקדם החיכוך ברצועה $\mu = 0.35$
- מודול האלסטיות $E = 50\,\mathrm{MPa}$.

נתוני הרצועה הטריזית:

- עובי $h = 10\,\mathrm{mm}$, שטח חתך $A = 100\,\mathrm{mm}^2$, שאר הנתונים זהים לאלה של הרצועה השטוחה.

הערה: יש להזניח הפסדים בממסרות.



א. חשבו את רוחב הרצועה השטוחה הנדרשת.

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. **חשבו את מספר הרצועות הטריזיות הנדרשות.**

(8 נקודות)

ג. **כיצד תשתנינה התשובות לסעיפים א' ו-ב' אם יחס התמסורת בכל ממסרה יגדל (לדוגמה ל-1:3)? הסבירו ללא חישוב.**

(4 נקודות)

5. בחלק המוצג באיור נדרש לכרסם בליטה ברוחב $16\,\text{mm}$ ובגובה $10\,\text{mm}$ לכל אורכו של החלק - $150\,\text{mm}$. החלק עשוי מפלדה בקשיות 300 HB, יש לבצע עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

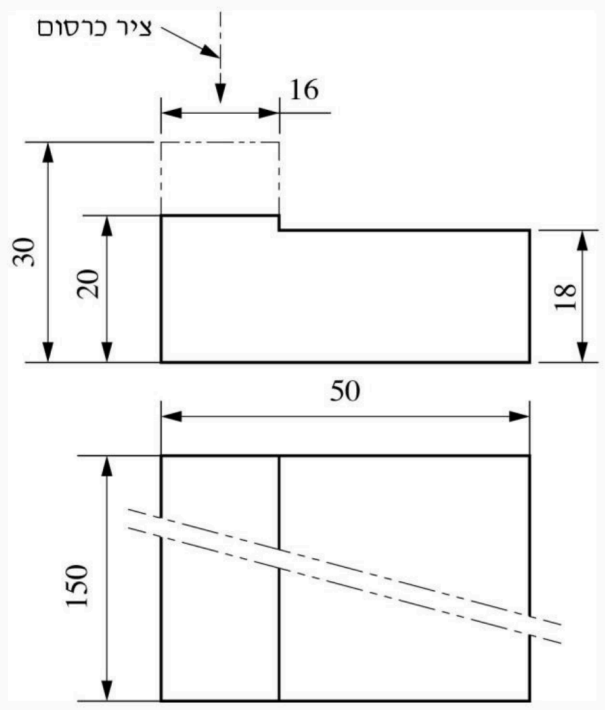
המידות החיצוניות של החלק - $30 \times 50 \times 150\,\text{mm}$.

העיבוד מבוצע באמצעות כרסום אצבע מתק"ש בקוטר $25\,\text{mm}$. לכרסום יש ארבע שיניים.

נתוני היגש לעיבוד: עיבוד מוקדם $2.5\,\text{mm}$, עיבוד גמר $0.5\,\text{mm}$

ההתנגדות הסגולית של החומר לכרסום היא $2{,}800\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

העזרו בנספח המצורף.



נתוני שיבוב בכרסום אצבע, מתק"ש

חומר עובד	קשיות	כירסום גס		כירסום עדין	
		v_c	f_z	v_c	f_z
פלדה	HB 85–150	120–160	0.06–0.10	150–220	0.04–0.09
	HB 150–200	100–150	0.06–0.10	140–190	0.03–0.08
	HB 200–250	90–130	0.05–0.10	130–170	0.02–0.07
	HB 250–325	75–100	0.05–0.10	100–125	0.02–0.05
	HB 325–400	45–70	0.02–0.07	50–85	0.02–0.04
	Rc 45–48	30–40	0.01–0.015	40–50	0.01–0.015
	Rc 45–50	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

א. תארו ופרטו את תהליך העיבוד ואת שלבי העיבוד, באופן שבו מספר מהלכי העיבוד יהיה הנמוך ביותר.

(3 נקודות)

ב. חשבו את מהירויות הסיבוב הנדרשות ואת זמן העיבוד הכולל (עיבוד מוקדם ועיבוד גמר).

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

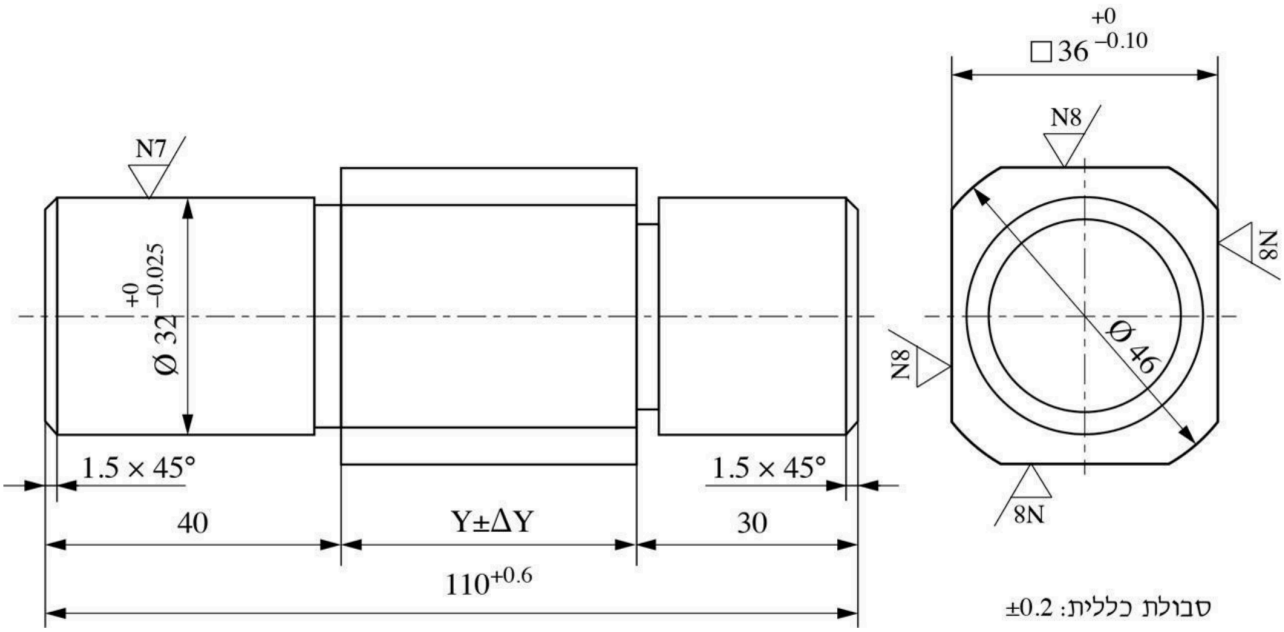
ג. חשבו את הספק הכרסומת המרבי הנדרש, אם נצילות הכרסומת היא 80%.

(5 נקודות)

ד. באיזה שלב עיבוד (עיבוד מוקדם או עיבוד גמר), יידרש הספק גבוה יותר?
הסבירו מהם הפרמטרים או הנתונים המשפיעים על כך שההספק גבוה יותר.

(4 נקודות)

6.



א. באיור לשאלה מוצג היטל של החלק ציר ריבועי. לא כל המידות מוצגות.
חשבו את המידה הטכנולוגית $Y^{\pm\Delta Y}$.

(7 נקודות)

ב. נתונות 2 אפיציות להרכבת פין בקדח. נדרש להרכיב את הפין ללא הפעלת כוח, באפיצות מרווח. חשבו את המרווחים - המינימלי והמקסימלי, הקיימים בין הפין לקדח בכל אחת מאפיציות. איזו מהן מתאימה לדרישה? הסבירו מדוע

$$\frac{S7}{h6} = \frac{10.0^{-0.35}_{-0.45}}{10.0^{+0}_{-0.011}}$$

$$\frac{G7}{h6} = \frac{10.0^{+0.024}_{+0.006}}{10.0^{+0}_{-0.011}}$$

(8 נקודות)

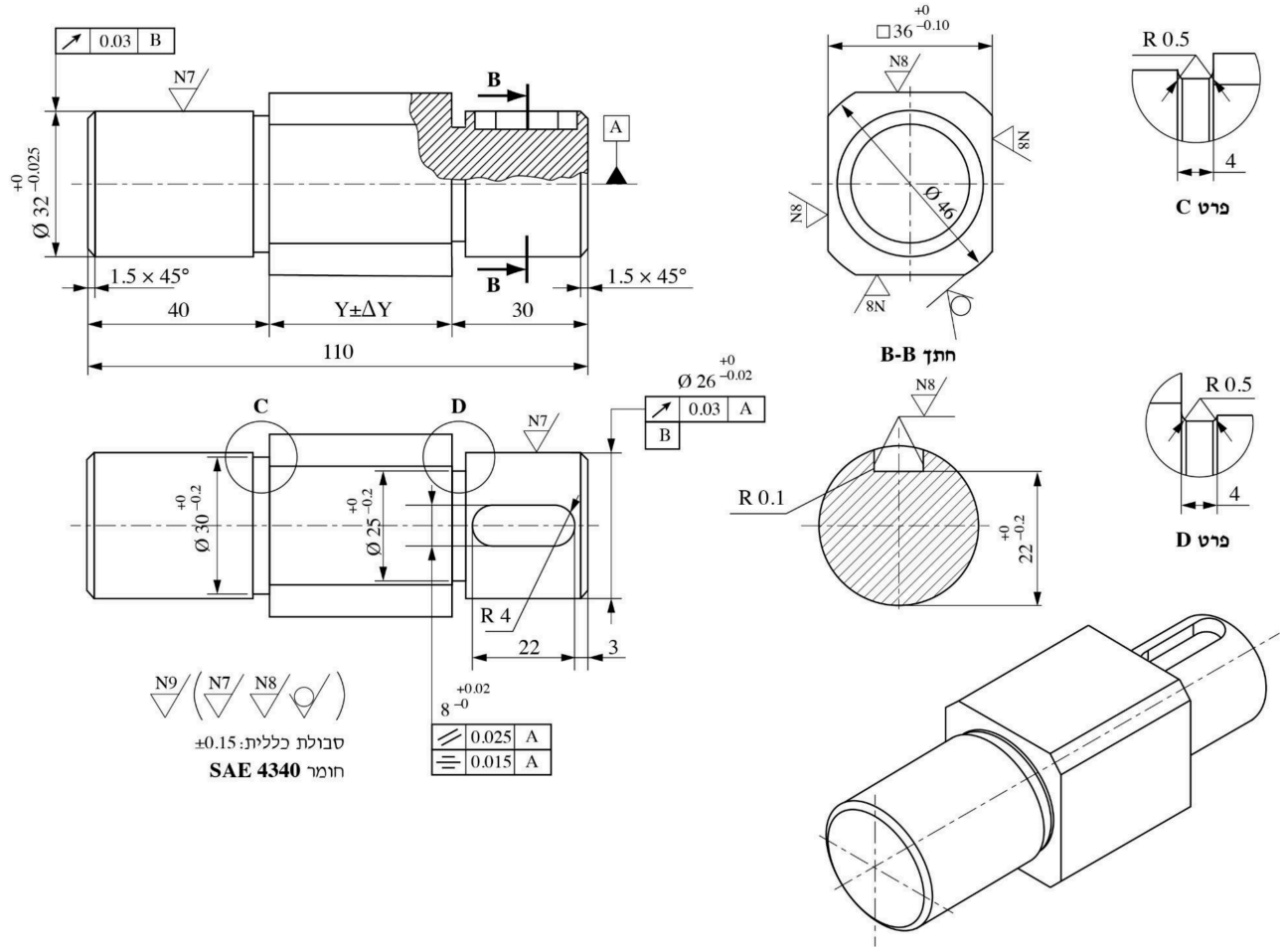
ג. הסבירו את שני המושגים: סיבולת בשיטת הגל האחיד, סיבולת בשיטת הקדח האחיד.
מתי משתמשים בכל שיטה?

(3 נקודות)

ד. באיזה שיטה נתונות הסיבולות שבסעיף ב'? הסבירו.

(2 נקודות)

7. **באיור לשאלה 7, סורטט החלק ציר ריבועי, העשוי מפלדה SAE 1040.**
החלק מיוצר בכמויות קטנות, באמצעות מכונות חריטה וכרסום.



א. **פרטו את השיקולים לבחירת הצורה הגאומטרית של חומר הגלם.**
מהן מידות חומר הגלם?
(3 נקודות)

ב. **פרטו במחברת את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק. אין צורך בתיאור מפורט של כל פעולה**
(8 נקודות)

ג. **ביחס לדרישה:** $\boxed{\equiv | \ 0.015 \ | \ A}$

(1) **מהי משמעות הדרישה? כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?**

(2) **בעת ייצור החלק התקבלה בדרישה זו סטיה משמעותית מהנדרש. החלק נשלח להרכבה. אילו בעיות יכולות להיות בתהליך ההרכבה? הסבירו מדוע.**

(3) **תארו את תהליך הבדיקה של דרישה זו במחלקת בקרת איכות.**
(6 נקודות)

ד. **מהי לדעתכם שיטת הייצור המומלצת בייצור כמות של 1,000 יחידות?**
(3 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8. מפעל קיבל הזמנה לייצור ולאספקה של 2,000 יחידות של קונוסים מאלומיניום למערכת חימוש.
המפעל שוקל לנקוט שתי שיטות ייצור למוצר, לביצוע בשני קווי ייצור נפרדים:
עיבוד שבבי מלא או שילוב של משיכה עמוקה עם עיבוד שבבי.
בכל אחת מהשיטות נדרש לבצע Set-Up (כיוון) לציוד, כל 100 יחידות.
להלן טבלה המפרטת את העלויות בכל אחת משיטות הייצור:

שיטת ייצור	עלות חומר גלם ליחידה (₪)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	עלות שעת עבודה (₪)	זמן Set-Up ל-100 יח' (שעות)	אחוזי פסילה (%)	הוצאות הכנה ומתקנים (₪)
ייצור בעיבוד שבבי	80	45	200	2	5	30,000
ייצור במשיכה עמוקה ועיבוד שבבי	40	15	150	4	3	150,000

א. חשבו את עלות הייצור ליחידה בכל אחת משיטות הייצור ללא הוצאות ההכנה והמתקנים.
(3 נקודות)

ב. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 2,000 יחידות בכל אחת משיטות ייצור.
(5 נקודות)

ג. חשבו את נקודת האיזון בין 2 שיטות הייצור.
(5 נקודות)

ד. באיזו שיטות ייצור עדיף לייצר? הסבירו.
(7 נקודות)

9. מה נדרש שיתקיים כדי שתהיה עצירה עצמית בתבריג הידוק?
א. שזווית המעלה תהיה גדולה מזווית החיכוך.
ב. יש להשתמש בחומר אבטחה כמו לוקטייט למניעת פתיחה עצמית של הבורג.
ג. שזווית החיכוך תהיה גדולה מזווית המעלה.
ד. שזווית החיכוך תהיה קטנה מזווית השן.
(2⅓ נקודות)

10. איזה משפט נכון לגבי מקדם הביטחון בתכנון בורג?

א. מקדם הביטחון יבטיח שהמאמץ בבורג לא יגיע למאמץ הכניעה בבורג.

ב. מקדם הביטחון יבטיח שהמאמץ בבורג לא יעבור את המאמץ המותר.

ג. מקדם הביטחון יבטיח שהמאמץ בבורג לא יגרום לשבירת הבורג.

ד. מקדם הביטחון תלוי בדרגת החוזק של הבורג.

(2⅓ נקודות)

11. במה תלוי ערכו של מקדם תיקון המאמץ בקפיץ בורגי?

א. חומר הקפיץ

ב. אורך הקפיץ.

ג. קוטרי הקפיץ

ד. שיעור הכוח הפועל על הקפיץ.

(2⅓ נקודות)

12. בתמסורת הפחתה של זוג גלגלי שיניים ביחס תמסורת של 1:3, מסתובב המנוע ב-1500 סל"ד, ומעביר הספק של $5\,\mathrm{kW}$. מהו המשפט הנכון.

א. ההספק המועבר לצרכן יהיה $15\,\mathrm{kW}$

ב. המומנט המועבר לצרכן יהיה $31.8\,\mathrm{Nm}$

ג. המומנט המועבר לצרכן יהיה $95.5\,\mathrm{Nm}$

ד. המומנט המועבר לצרכן יהיה $45\,\mathrm{Nm}$

(2⅓ נקודות)

13. איזה משפט נכון ביחס לכוח מתיחה מוקדמת ברצועה?

א. ככל שכוח זה גדל ההספק המועבר ברצועה קטן.

ב. ככל שכוח זה גדל המומנט שיועבר לצרכן קטן.

ג. בתמסורת רצועות טריזיות בעלת נתונים זהים לרצועה שטוחה (שטח, גיאומטריה מאמץ מותר וכד'). יידרש כוח מתיחה מוקדמת קטן יותר מאשר ברצועה השטוחה להעברת הספק זהה.

ד. בתמסורת רצועות טריזיות בעלת נתונים זהים לרצועה שטוחה (שטח, גיאומטריה מאמץ מותר וכד') יידרש כוח מתיחה מוקדמת גדול יותר מאשר ברצועה השטוחה להעברת הספק זהה.

(2⅓ נקודות)

14. מהי מידת מדיד NO-GO כדי לבדוק את קוטר הקדח $\varnothing 20^{\pm 0.2}$?

א. 19.81

ב. 20.00

ג. 20.21

ד. 20.19

(2⅓ נקודות)

15. באיזה כלי או באילו כלים מעבדים קדח בעל קוטר 14 מ"מ בטיב פני שטח בדרגת N6?

א. מקדד.

ב. מקדח.

ג. בהתחלה מקדד ולאחר מכן מקדח.

ד. בהתחלה מקדח ולאחר מכן מקדד.

(2⅓ נקודות)

16. באמצעות מה אפשר למדוד זווית של $27^\circ 32''$?

א. במד-זווית פשוט.

ב. במקבילוני יוהנסון.

ג. במיקרומטר זוויתי.

ד. במד-מעלות ללא נוניוס.

(2⅓ נקודות)

17. מה נכון ביחס למושגים היגש וקדמה במכונת שיבוב?

א. ההיגש תמיד גדול מהקדמה.

ב. ככל שההיגש גדול יותר, תידרש כמות גדולה יותר של מעברים להשלמת דרישות השיבוב.

ג. ככל שהקדמה קטנה יותר, איכות טיב השטח תהיה נמוכה יותר.

ד. ככל שהקדמה קטנה יותר, איכות טיב השטח תהיה גבוהה יותר.

(2⅓ נקודות)

18. במה משתמשים לבדיקת מידה $\varnothing 20^{+0.1}$?

א. מיקרומטר.

ב. מד זחיח (זחון, קליבר).

ג. חוגן (אינדיקטור).

ד. מד קוטר.

(2⅓ נקודות)

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat