GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 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) - שמונה שאלות פתוחות, יש לענות על ארבע שאלות: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות. שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - עשר 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: מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). מותר לשימוש: קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. שלושה ספרי לימוד.

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 תבדקנה 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 תבדק. 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: נספח תנאי שיבוב בכרסום. בשאלון זה 12 עמודים ונספח.

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

בהצלחה!

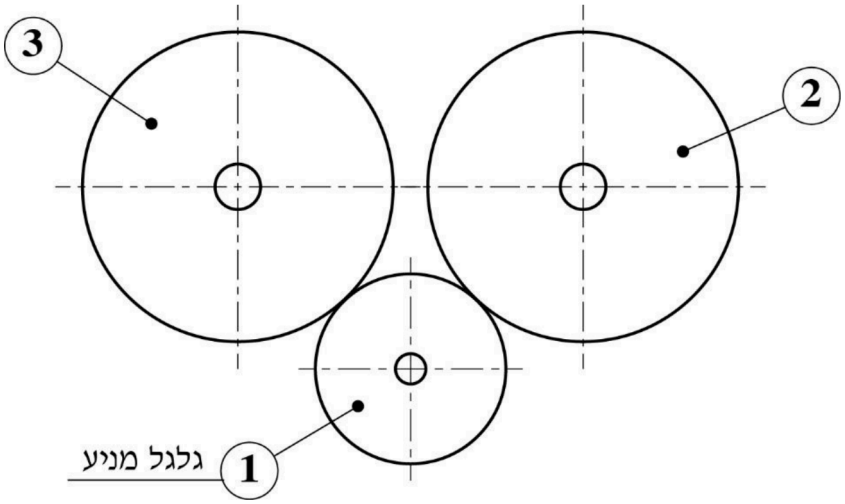
השאלות

1. בממסרת גלגלי השיניים הישרות המוצגת באיור לשאלה 1 מסתובב הגלגל המניע (1) במהירות של 1,500 סל"ד ומניע שני גלגלי שיניים (2, 3) המחוברים לשני צרכנים בנפרד.

נתונים:

- מודול השיניים - $m = 5\,\text{mm}$
- קוטרי הגלגלים - $D_1 = 100\,\text{mm}$, $D_2 = D_3 = 300\,\text{mm}$
- מאמץ הכפיפה המותר בשיניים - $130\,\text{MPa}$
- מקדם אורך השן - $b/m = 10$
- מקדם תנאי עבודה - 1.8
- גלגלי השיניים מיוצרים בעיבוד שבבי

הערה: הזניחו הפסדים בממסרה.



א. חשבו את המומנט המרבי המועבר לכל אחד מהצרכנים (חשבו לחוזק לכפיפה בלבד).

(9 נקודות)

ב. חשבו את המומנט המרבי הנדרש מהגלגל המניע (1).

(4 נקודות)

ג. איזה גלגל שיניים מבין שלושת הגלגלים יהיה בעל אורך החיים הגבוה ביותר, ואיזה גלגל יהיה בעל אורך החיים הקצר ביותר? הסבירו ללא חישוב.

(4 נקודות)

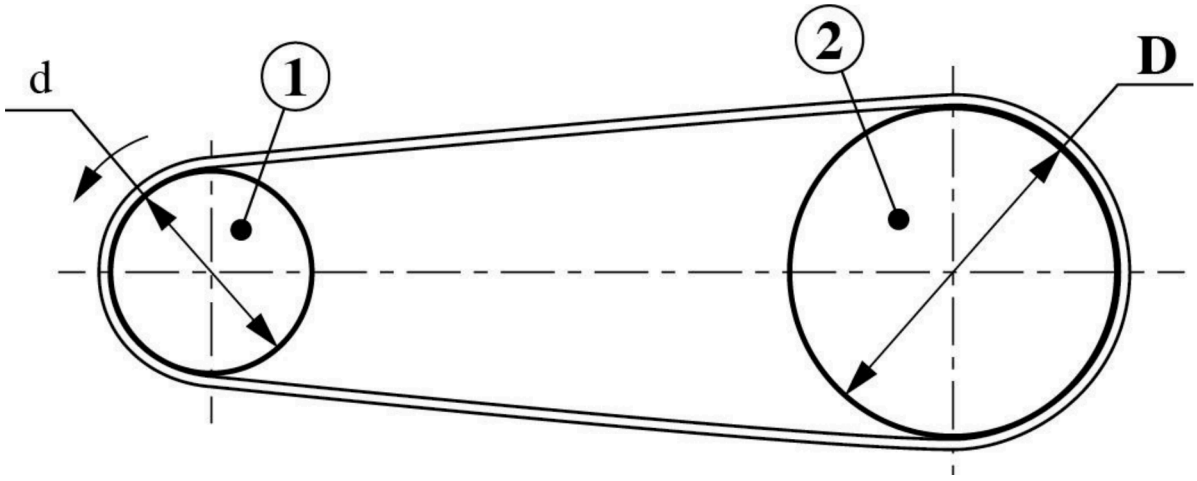
ד. נדרש להגדיל את ההספק שמעבירה הממסרה. הציעו לפחות שני שינויים בתכנון או בנתוני הממסרה. איזה מהשינויים שהצעתם ישפיע ביותר על הגדלת ההספק? הסבירו ללא חישוב.

(3 נקודות)

2. בממסרת הרצועה השטוחה שבאיור לשאלה 2, מניע גלגל 1 את גלגל 2, גלגל 2 מחובר לצרכן.
המנוע מסתובב במהירות של $1{,}500\,\mathrm{RPM}$ ומעביר הספק של $10\,\mathrm{kW}$.
קוטר הגלגל המניע הוא $d = 140\,\mathrm{mm}$. יחס התמסורת הוא 1:2.5, זווית החביקה בגלגל המניע 1 היא 160° .

נתונים נוספים:

נתוני הרצועה השטוחה: עובי הרצועה - $h = 5\,\mathrm{mm}$, המאמץ המותר - $[\sigma] = 6\,\mathrm{MPa}$,
מקדם החיכוך ברצועה - $\mu = 0.30$, מודול האלסטיות - $E = 50\,\mathrm{MPa}$.
נתוני הרצועות הטריזיות: גובה - $h = 10\,\mathrm{mm}$, שטח החתך - $A = 100\,\mathrm{mm}^2$, זווית הטריז - $2\gamma = 36^\circ$.
שאר הנתונים כמו ברצועה השטוחה.
הערה: בסעיפים א' ו-ב' הזניחו הפסדים בממסרה.



א. חשבו את רוחב הרצועה השטוחה הנדרש.
(9 נקודות)

ב. חשבו את הכמות הנדרשת של רצועות טריזיות במקום הרצועה השטוחה.
(8 נקודות)

ג. חשבו את המומנט המועבר לצרכן, אם נצילות הממסרת היא 85%.
(3 נקודות)

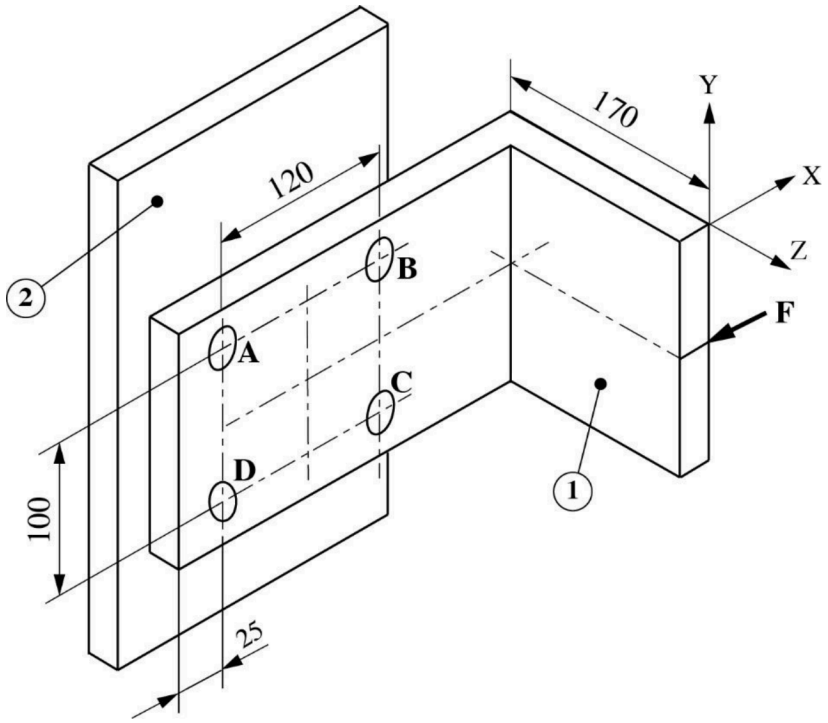
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

3. זוויתן פלדה 1 מהודק לבסיס פלדה רתום 2, באמצעות ארבעה בורגי הידוק A, B, C, D. כמוצג באיור לשאלה 3.

על הזוויתן פועל כוח אופקי $F = 5\,\mathrm{kN}$. הכוח פועל בציר הסימטריה של הזוויתן, במקביל לציר X.

נתונים:

- מקדם הביטחון בחישוב הברגים: $S = 3$
- דרגת החוזק של הבורג: 5.8
- מקדם החיכוך בתבריג: 0.12
- מקדם החיכוך בין המשטחים המהודקים: 0.30
- מקדם החלקה: $f_k = 1.2$



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

(8 נקודות)

ב. חשבו ובחרו בורג מתאים. בצעו את החישוב למאמץ מורכב בבורג.

הניחו שכוח ההידוק בבורג הוא $Q = 8\,\mathrm{kN}$.

(8 נקודות)

ג. כיצד תשפיע הגדלת דרגת החוזק של הברגים על הדברים הבאים:

(1) כוח ההידוק הנדרש בברגים.

(2) מידות הבורג (קוטר ופסיעה).

(4 נקודות)

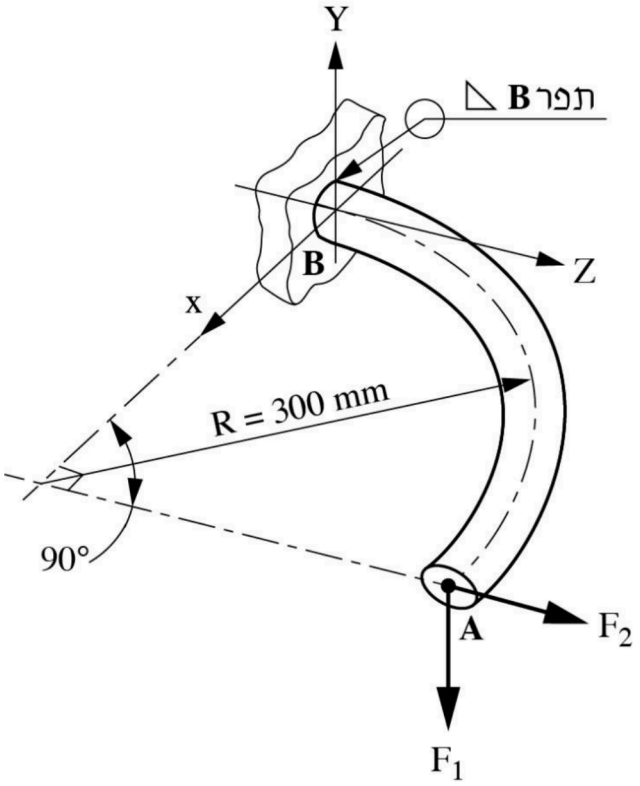
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

4. מוט פלדה AB שקוטרו $50\,\text{mm}$ מכופף לצורה של רבע עיגול, ומרותך לבסיס B בריתוך מילאת (פינתי) היקפי, בקצה המוט בנקודה A פועלים כוחות $F_1 = F_2 = 1{,}500\,\text{N}$. הכוחות פועלים במקביל לצירים Y ו-Z כמוצג באיור.

הכוחות אינם פועלים ביחד. בשלב ראשון פועל כוח F_1 בלבד (ראו סעיפים א'-ג'), בשלב שני פועל כוח F_2 בלבד (ראו סעיף ד').

המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא $90\,\text{MPa}$.

הערה: הזניחו את משקל המוט.



א. חשבו את המאמצים הקיימים בתפר הריתוך מפעולת כוח F_1 בלבד.

(6 נקודות)

ב. סרטטו את תרשים המאמצים הקיימים בתפר הריתוך מפעולת כוח F_1 בלבד.

(4 נקודות)

ג. חשבו את המאמץ המרבי ואת עובי תפר הריתוך הנדרש מפעולת כוח F_1 בלבד. היכן קיים מאמץ זה?

(5 נקודות)

ד. חשבו את המאמץ המרבי שנוצר מפעולת כוח F_2 בלבד.

(5 נקודות)

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

5. בחלק המוצג באיור לשאלה 5 נדרש לכרסם מדרגה ברוחב $20\,\text{mm}$ ובגובה $15\,\text{mm}$. החלק עשוי מפלדה בקשיות 300 HB, יש לבצע עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

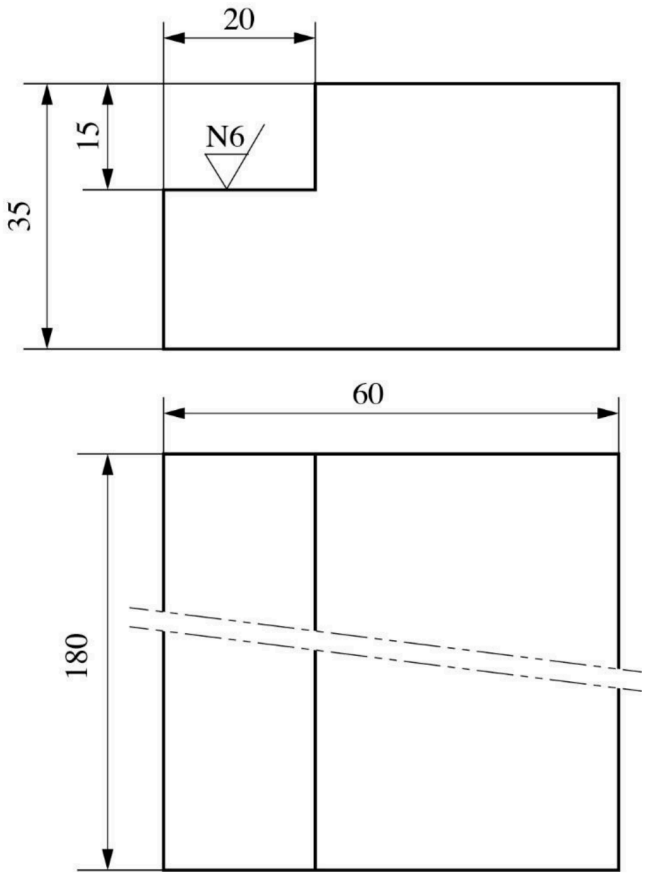
המידות החיצוניות של החלק - $180\,\text{mm} \times 60 \times 35$.

העיבוד מבוצע באמצעות כרסום אצבע מתק"ש בקוטר $30\,\text{mm}$. לכרסום יש ארבע שיניים.

נתוני היגש לעיבוד: עיבוד מוקדם $3\,\text{mm}$, עיבוד גמר $0.5\,\text{mm}$

ההתנגדות הסגולית של החומר לכרסום היא $2{,}500\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$.

היעזרו בנספח תנאי שיבוב בכרסום.



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

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

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

(3 נקודות)

ב. חשבו את זמן העיבוד הכולל (עיבוד מוקדם ועיבוד גמר).

(8 נקודות)

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

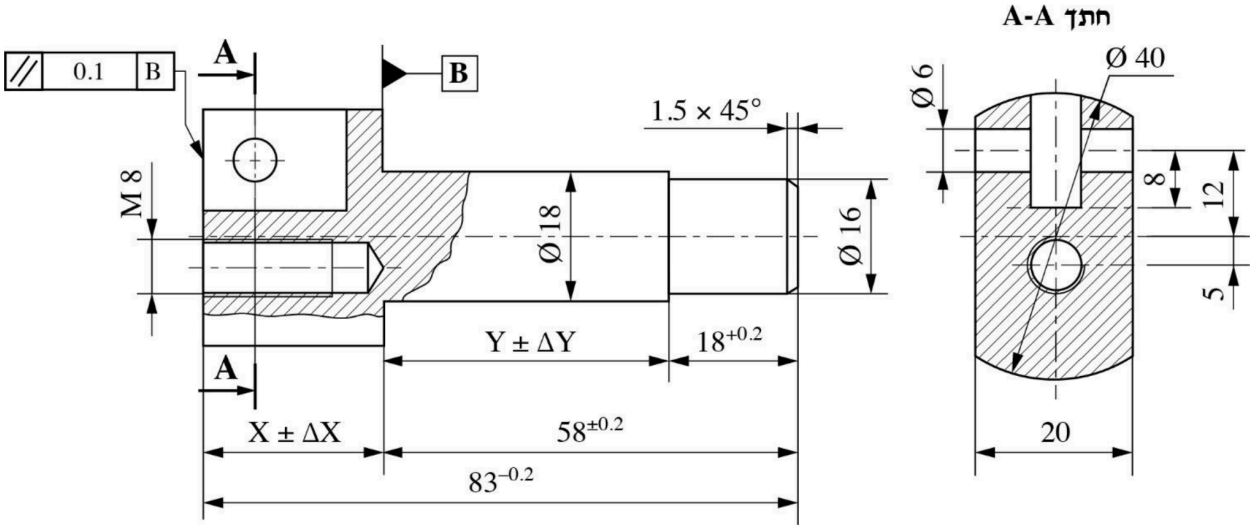
(5 נקודות)

ד. באיזה שלב עיבוד (עיבוד מוקדם או עיבוד גמר), ידרש הספק גבוה יותר? הסבירו ללא חישוב.

(4 נקודות)

6. באיור לשאלה 6 מוצג החלק פין מזלג (רק חלק מהמידות מוצגות).

סבולת כללית: ± 0.2



א. חשבו את המידה המתקבלת $X \pm \Delta X$.

(7 נקודות)

ב. חשבו את המידה הטכנולוגית $Y \pm \Delta Y$.

(7 נקודות)

ג. ביחס לדרישה $\boxed{\| \; 0.1 \mid B}$, הסבירו את הדברים הבאים:

(1) מהי משמעות הדרישה?

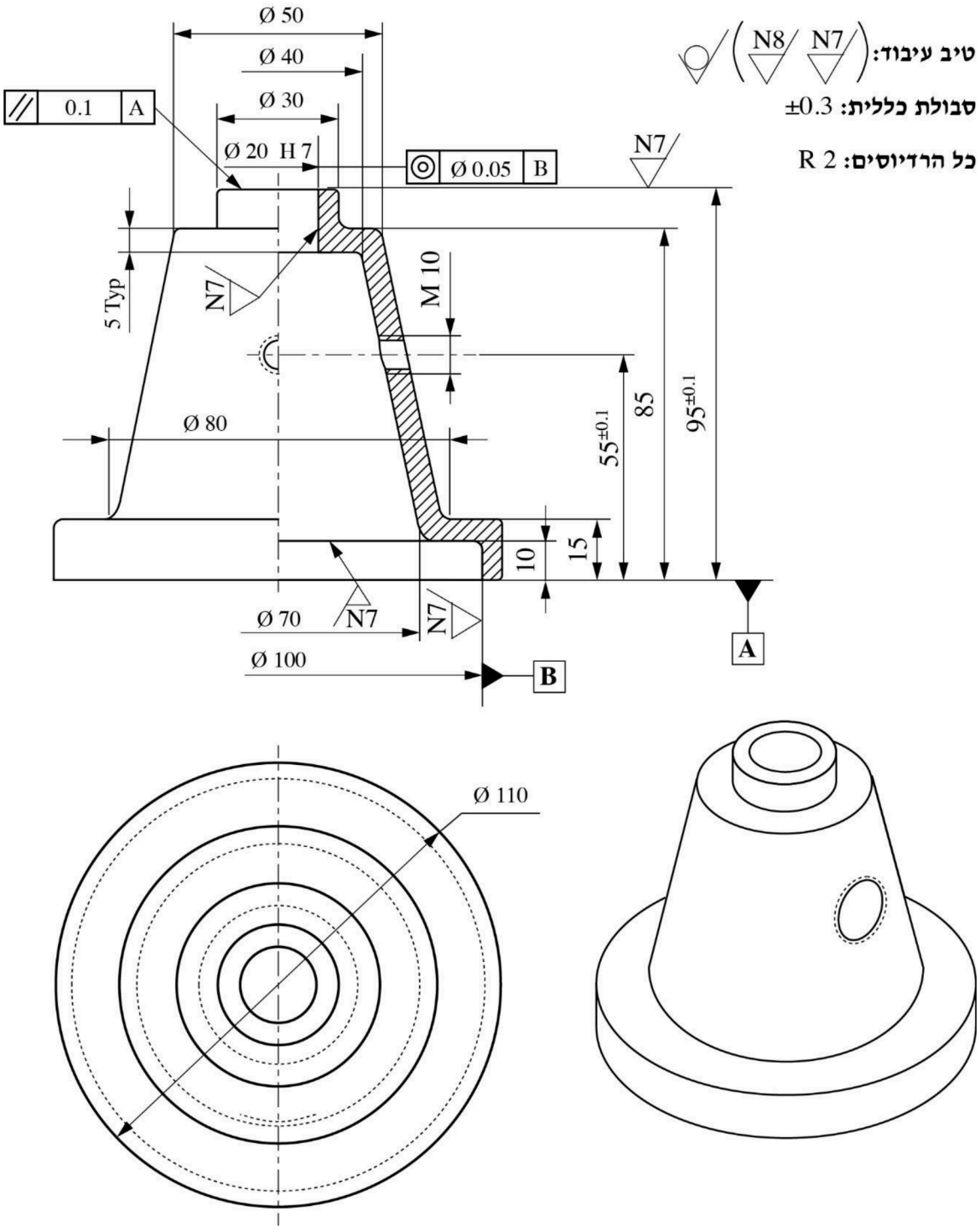
(2) כיצד בודקים בביקורת איכות את ביצוע הדרישה? אילו אמצעים נדרשים לשם כך?

(6 נקודות)

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

7. באיור לשאלה 7, מסורטט החלק סעפת יניקה, העשוי מפלדה SAE1040.
החלק מיוצר בכמויות קטנות, באמצעות מכונות חריטה וכרסום בלבד.

סעפת יניקה



א. פרטו את השיקולים לבחירת הצורה הגאומטרית של חומר הגלם. מה יהיו מידות חומר הגלם?
(4 נקודות)

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

ב. פרטו במחברת את סדר הפעולות הנדרש לייצור החלק. אין צורך בתיאור מפורט של כל פעולה בנפרד.

(10 נקודות)

ג. מהי שיטת הייצור המומלצת לייצור החלק בייצור המוני? אפשר לבחור יותר משיטה אחת. הסבירו את תשובתכם.

(3 נקודות)

ד. הסבירו כיצד מבטיחים את העמידה בדרישה $\boxed{\circlearrowleft \mid \varnothing 0.05 \mid B}$ במהלך הייצור.

(3 נקודות)

8. מפעל קיבל הזמנה לייצור ולאספקה של 3,000 יחידות סיפון מורכב.

המפעל שוקל שתי שיטות ייצור למוצר, לביצוע בשני קווי ייצור נפרדים: עיבוד שבבי מלא או שילוב של חישול עם עיבוד שבבי.

להלן טבלה המפרטת את העלויות בכל אחת משיטות הייצור:

שיטת ייצור	עלות חומר גלם ליחידה (₪)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	עלות שעת עבודה (₪)	אחוזי פסילה (%)	הוצאות הכנה ומתקנים (₪)
ייצור בעיבוד שבבי	60	50	200	5	20,000
ייצור בחישול ועיבוד שבבי	50	22	150	3	180,000

א. חשבו את עלות הייצור ליחידה בכל אחת משיטות הייצור ללא הוצאות ההכנה והמתקנים.

(5 נקודות)

ב. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנת 3,000 יחידות בכל אחת משיטות ייצור.

(5 נקודות)

ג. חשבו את נקודת האיזון בין שתי שיטות הייצור. באיזו שיטת ייצור עדיף לייצר? הסבירו.

(5 נקודות)

ד. בכמה זמן תבוצע ההזמנה בשיטת הייצור העדיפה?

(5 נקודות)

9. כדי שתהיה עצירה עצמית בבורג הידוק נדרש:

א. שזווית המעלה תהיה גדולה מזווית החיכוך.

ב. שזווית השן בתבריג תהיה קטנה מזווית החיכוך.

ג. שזווית המעלה תהיה קטנה מזווית החיכוך

ד. שלבורג תהיה עצירה לאחר ההידוק.

(2⅓ נקודות)

10. מהו המשפט הנכון ביחס למאמץ כפיפה בשיני גלגל שיניים?

א. ככל שמודול השן יגדל - מאמצי הכפיפה יגדלו.

ב. ככל שנגדיל את מהירות הסיבוב של גלגל השיניים מאמצי הכפיפה יגדלו.

ג. ככל שמודול השן יגדל - מאמצי הכפיפה יקטנו.

ד. שינוי במודול השן לא ישפיע על מאמצי הכפיפה.

(2⅓ נקודות)

11. מהו המשפט הנכון ביחס לממסרת רצועות טריזית וממסרת רצועה שטוחה שמעבירות הספק זהה?

א. החיכוך בין הרצועה לגלגל בממסרת רצועה שטוחה גדול מזה שבממסרת טריזית.

ב. כוח המתיחה המוקדמת הנדרש בממסרה שטוחה קטן מזה הנדרש מממסרה טריזית.

ג. כוח המתיחה המוקדמת הנדרש בממסרה טריזית קטן מזה הנדרש בממסרה שטוחה.

ד. הנצילות של כל אחת ממסרות אלה היא נמוכה מ- 80%.

(2⅓ נקודות)

12. מהו המשפט הנכון ביחס למצמד חיכוך קוני ומצמד חיכוך שטוח בעלי קטרים זהים?

א. ככל שמאמץ המגע המותר קטן יותר אפשר להעביר בעזרת המצמדים מומנט גדול יותר.

ב. במצמד חיכוך קוני אפשר להעביר מומנט גבוה יותר מאשר במצמד חיכוך שטוח.

ג. במצמד חיכוך שטוח אפשר להעביר מומנט גבוה יותר מאשר במצמד חיכוך קוני.

ד. המומנט שאפשר להעביר בשני המצמדים הוא זהה.

(2⅓ נקודות)

13. מהו המשפט הנכון ביחס למאמצים הקימים בבורג הנעה?

א. בלב הבורג קיימים מאמצי מתיחה וכפיפה.

ב. בשיני התבריג קיימים מאמצי מתיחה וגזירה.

ג. בשיני התבריג קיימים מאמצי לחיצה וגזירה.

ד. בלב הבורג קיימים מאמצי לחיצה וגזירה.

(2⅓ נקודות)

14. מהו המשפט הנכון ביחס לטיב השטח המתקבל בעיבוד שבבי?

א. ככל שטיב השטח גבוה יותר, הקורוזיה בחלק תהיה קטנה יותר.

ב. ככל שהקדמה בעיבוד השבבי גדולה יותר טיב השטח יהיה טוב יותר.

ג. ככל שההגש בעיבוד השבבי גדול יותר טיב השטח טוב יותר.

ד. ככל שנמעיט להשתמש בנוזל קירור, נקבל טיב שטח טוב יותר.

(2⅓ נקודות)

15. מהו המשפט הנכון ביחס לכלי חיתוך מסוג H.S.S ומסוג מתק"ש?

א. בייצור חלק זהה, ב-H.S.S נדרשת מהירות חיתוך גבוהה יותר מאשר במתק"ש.

ב. אורך החיים של מתק"ש גבוה יותר מאורך החיים של H.S.S.

ג. המחיר של כלי מתק"ש גבוה באופן ניכר ממחיר כלי H.S.S.

ד. בשימוש ב-H.S.S יתקבל טיב פני שטח טוב יותר מאשר במתק"ש.

(2⅓ נקודות)

16. מהו המשפט הנכון ביחס לפעולות קידוח וקידוד של קדח?

א. טיב פני השטח המתקבל בקידוח הוא N8 – N10.

ב. טיב פני השטח המתקבל בקידוח הוא N5 – N7.

ג. טיב פני השטח המתקבל בקידוד הוא N8 – N10.

ד. פעולת הקידוח מבוצעת לאחר פעולת הקידוד.

(2⅓ נקודות)

17. מהו מברז?

א. תבנית לייצור ברזים.

ב. כלי לייצור תבריג חיצוני בבורג.

ג. כלי לייצור תבריג פנימי בקדח.

ד. כלי לביצוע השחזה פנימית.

(2⅓ נקודות)

18. במה משתמשים לבדיקת דרישת מקבילות בין שני שטחים?

א. מיקרומטר.

ב. מד זחיח (זחון, קליבר).

ג. חוגן (אינדיקטור).

ד. מד זווית.

(2⅓ נקודות)

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