GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 מועד א'
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). 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. בשאלון זה 12 עמודים, נספח תנאי שיבוב בחריטה ו- נספח מסבים.

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

בהצלחה!

השאלות

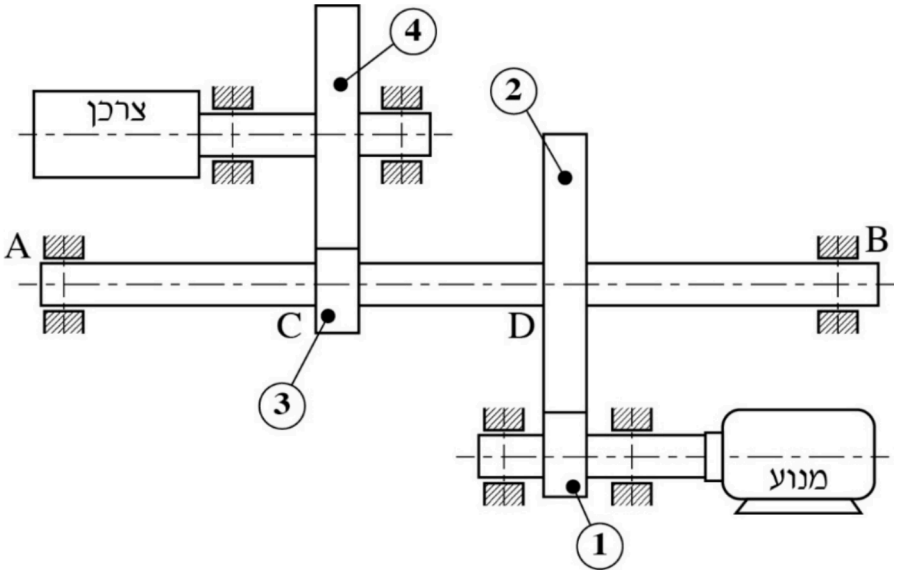
1. בממסרה בעלת שני זוגות גלגלי שיניים ישרות, מסתובב המנוע במהירות של 1000 RPM ומעביר הספק של 18 kW.

גל AB נתמך על מסבים (סמכים) בנקודות A ו-B, כמוצג באיור לשאלה, סמך A קבוע, סמך B נייד.

יחס התמסורת של כל זוג גלגלים הוא 1:2.

נתונים:

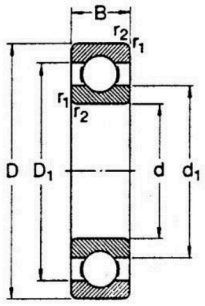
- מודול השן $m = 5\,\mathrm{mm}$, $Z_1 = 20$.
- מקדם רוחב השן $b/m = 10$.
- מקדם תנאי עבודה בעבודת הממסרה הוא 1.8.
- הגלגלים מיוצרים בעיבוד שבבי.
- מקדם תנאי עבודה בעבודת המסבים הוא 1.6.



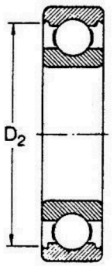
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

מסבים רדיאליים כדוריים

groove ball bearings
e row



With full outer ring shoulders



With recessed outer ring shoulders

Principal dimensions			Basic load ratings dynamic	static	Fatigue load limit	Speed ratings Lubrication grease	oil	Mass	Designation
d	D	B	C	C_0	P_u				
mm			N		N	r/min		kg	–
20	32	7	2 700	1 500	63	19 000	24 000	0,018	**61804**
	37	9	6 370	3 650	156	18 000	22 000	0,038	**61904**
	42	8	6 890	4 050	173	17 000	20 000	0,050	**16004**
	42	12	9 360	5 000	212	17 000	20 000	0,069	**6004**
	47	14	12 700	6 550	280	15 000	18 000	0,11	**6204**
	52	15	15 900	7 800	335	13 000	16 000	0,14	**6304**
	72	19	30 700	15 000	640	10 000	13 000	0,40	**6404**
25	37	7	4 360	2 600	125	17 000	20 000	0,022	**61805**
	42	9	6 630	4 000	176	16 000	19 000	0,045	**61905**
	47	8	7 610	4 750	212	14 000	17 000	0,060	**16005**
	47	12	11 200	6 550	275	15 000	18 000	0,080	**6005**
	52	15	14 000	7 800	335	12 000	15 000	0,13	**6205**
	62	17	22 500	11 600	490	11 000	14 000	0,23	**6305**
	80	21	35 800	19 300	815	9 000	11 000	0,53	**6405**
30	42	7	4 490	2 900	146	15 000	18 000	0,027	**61806**
	47	9	7 280	4 550	212	14 000	17 000	0,051	**61906**
	55	9	11 200	7 350	310	12 000	15 000	0,085	**16006**
	55	13	13 300	8 300	355	12 000	15 000	0,12	**6006**
	62	16	19 500	11 200	475	10 000	13 000	0,20	**6206**
	72	19	28 100	16 000	670	9 000	11 000	0,35	**6306**
	90	23	43 600	23 600	1 000	8 500	10 000	0,74	**6406**
35	47	7	4 750	3 200	166	13 000	16 000	0,030	**61807**
	55	10	9 560	6 200	290	11 000	14 000	0,080	**61907**
	62	9	12 400	8 150	375	10 000	13 000	0,11	**16007**
	62	14	15 900	10 200	440	10 000	13 000	0,16	**6007**
	72	17	25 500	15 300	655	9 000	11 000	0,29	**6207**
	80	21	33 200	19 000	815	8 500	10 000	0,46	**6307**
	100	25	55 300	31 000	1 290	7 000	8 500	0,95	**6407**
40	52	7	4 940	3 450	186	11 000	14 000	0,034	**61808**
	62	12	13 800	9 300	425	10 000	13 000	0,12	**61908**
	68	9	13 300	9 150	440	9 500	12 000	0,13	**16008**
	68	15	16 800	11 600	490	9 500	12 000	0,19	**6008**
	80	18	30 700	19 000	800	8 500	10 000	0,37	**6208**
	90	23	41 000	24 000	1 020	7 500	9 000	0,63	**6308**
	110	27	63 700	36 500	1 530	6 700	8 000	1,25	**6408**

Calculation factors for single row deep groove ball bearings
Single bearings and bearing pairs in tandem

	Normal clearance			C3 clearance			C4 clearance		
F_a/C_0	e	X	Y	e	X	Y	e	X	Y
0,025	0,22	0,56	2	0,31	0,46	1,75	0,4	0,44	1,42
0,04	0,24	0,56	1,8	0,33	0,46	1,62	0,42	0,44	1,36
0,07	0,27	0,56	1,6	0,36	0,46	1,46	0,44	0,44	1,27
0,13	0,31	0,56	1,4	0,41	0,46	1,3	0,48	0,44	1,16
0,25	0,37	0,56	1,2	0,46	0,46	1,14	0,53	0,44	1,05
0,5	0,44	56	1	0,54	0,46	1	0,56	0,44	1

Calculation factors for single row deep groove bal
Bearing pairs arranged back-to-back or face-to-face

F_a/C_0	e	Y_1	Y_2
0,03	0,32	2	2,8
0,10	0,4	1,55	2,2
0,25	0,47	1,3	1,85

א. חשבו את המאמץ הקיים בשיני גלגל מס' 1 (חשבו לחוזק לכפיפה בלבד).

(8 נקודות)

ב. האם המאמץ הקיים בשיני גלגל מס' 3 יהיה גדול, קטן מהמחושב בסעיף א' או שווה לו, אם $Z_3 = 20$? הסבירו ללא חישוב.

(4 נקודות)

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

ג. גל AB באיור לשאלה, שקוטרו 40 mm נתמך על ידי מסבים כדוריים מסוג 6208. חשבו את אורך חיי המסב, אם נתון שהכוחות הרדיאלי והצירי במסב הם 1600 N ו-600 N בהתאמה. היעזרו בנספח המסבים המצורף.

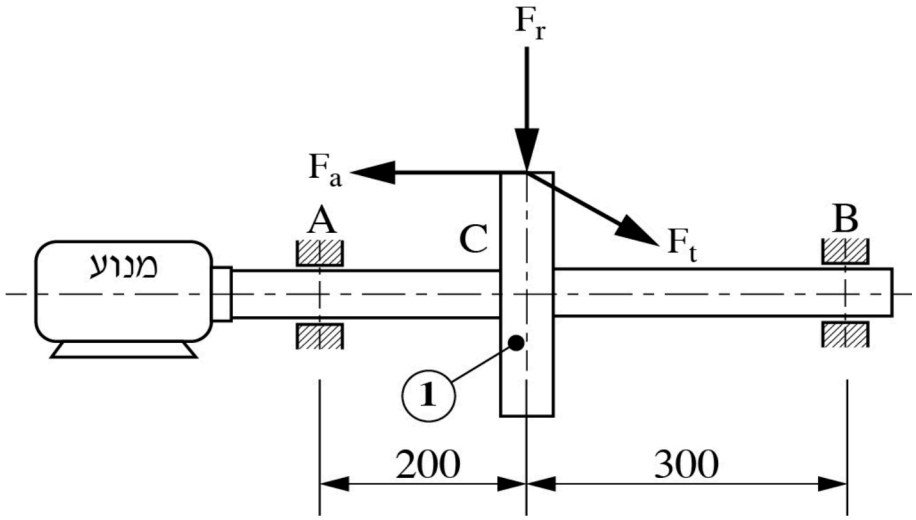
(8 נקודות)

2. באיור לשאלה מוצג גל מניע ACB, הגל הוא חלק ממסרת גלגלי שיניים, ועליו מחובר בנקודה C, גלגל שיניים מניע 1. על גלגל 1 פועלים כוחות שילוב כמוצג באיור:

$F_t = 3500\,\mathrm{N}$, $F_r = 1500\,\mathrm{N}$, $F_a = 2000\,\mathrm{N}$.

נתונים:

- קוטר גלגל 1 - $D_1 = 300\,\mathrm{mm}$.
- מאמץ הכניעה של חומר הגל $\sigma_y = 350\,\mathrm{MPa}$.
- מקדם הביטחון בתכנון הגל הוא 2.



א. חשבו את התגובות בסמכים A, B.

(5 נקודות)

ב. חשבו את מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך הגל, וסרטטו במחברת את מהלך מומנטי הכפיפה והפיתול לאורך הגל.

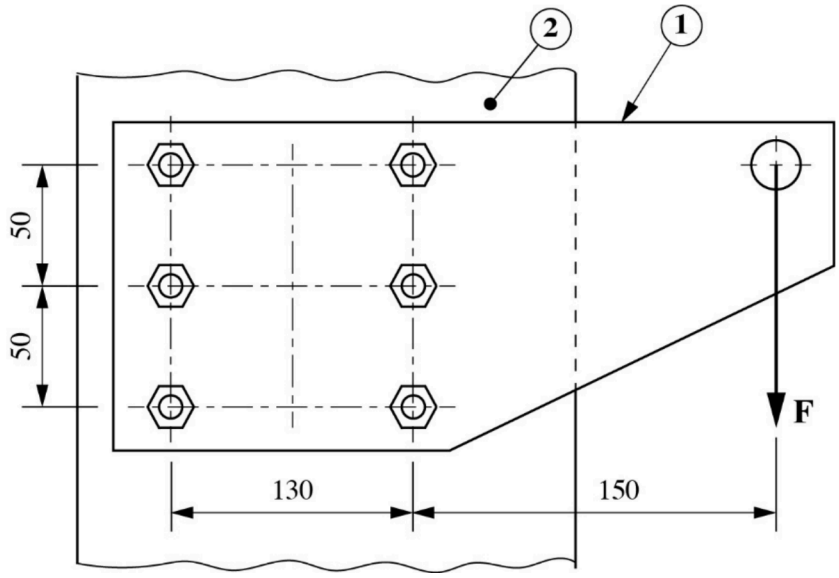
(9 נקודות)

ג. חשבו את קוטר הגל הנדרש, בהנחה שהוא אחיד לכל אורכו?

(6 נקודות)

3. במבנה שבאיור לשאלה 3 מחובר לוח פלדה 1 אל לוח פלדה 2 באמצעות שישה (6) בורגי הידוק M12X1.75 בדרגת חוזק 5.8. לוח 2 רתום ומקובע. על לוח 1 פועל כוח אנכי $F = 8\,\mathrm{kN}$. נתונים:

- מקדם הביטחון הנדרש בבורג הוא $S = 2$.
- מקדם החיכוך בתבריג הוא 0.12.
- מקדם החיכוך בין חלקי המבנה הוא 0.25.
- מקדם מניעת החלקה בין החלקים הוא $f_k = 1.2$.



א. חשבו את כוח ההידוק (המתיחה) המרבי הנדרש בברגים.

(6 נקודות)

ב. חשבו את המאמץ המרבי הקיים בברגים. הניחו שכוח ההידוק (המתיחה) המרבי בברגים הוא $Q = 10\,\mathrm{kN}$. בצעו את החישוב למאמץ מורכב.

(9 נקודות)

ג. (1) האם הבורג עומד בדרישות החוזק? הסבירו את תשובתכם.

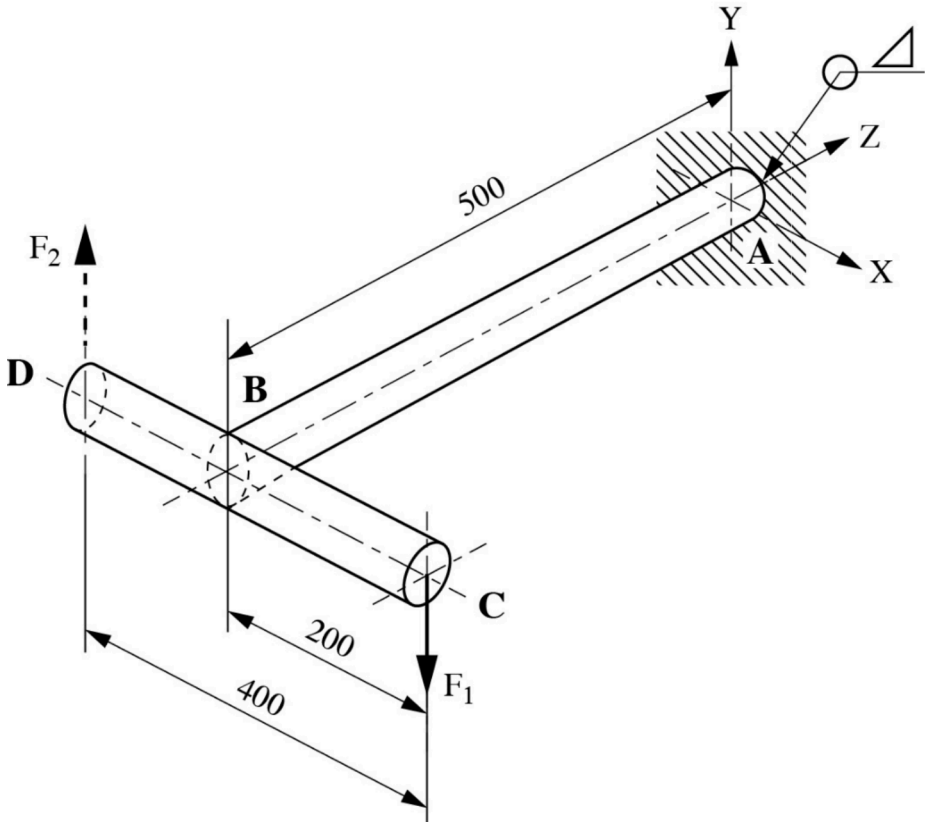
(2) חשבו את מקדם הביטחון המתקבל בחישוב הבורג?

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

4. באיור לשאלה 4 מתואר מבנה ABCD הבנוי משני מוטות פלדה: מוט AB ומוט DBC המחוברים ליחידה אחת, בנקודה B. מבנה ABCD מרותך לבסיס פלדה בנקודה A, בריתוך מילאת (פינתי) היקפי, קוטר המוטות 50 mm, בנקודה C פועל כוח אנכי $F_1 = 1500\,\mathrm{N}$, הפועל במקביל לציר Y, כמוצג באיור לשאלה.

המאמץ המותר בתפר הריתוך הוא 100 MPa.

הערה: הזניחו את משקל המוט.



א. חשבו את המאמצים הנוצרים בתפר הריתוך A, כאשר פועל כוח F_1 בלבד.

(7 נקודות)

ב. (1) סרטטו במחברת הבחינה תרשים של המאמצים שחושבו בסעיף א, וציינו באיזו נקודה בתפר A קיים המאמץ המרבי.

(2) חשבו את המאמץ המרבי בתפר A כתוצאה מפעולת כוח F_1 בלבד ואת עובי תפר הריתוך הנדרש.

ג. חשבו את המאמץ בתפר A ואת עובי התפר הנדרש, אם פועלים שני כוחות שווים ומנוגדים: F_1 בנקודה C ו- F_2 בנקודה D, כך ש- $F_1 = F_2 = 1500\,\mathrm{N}$ כמוצג באיור לשאלה.

(4 נקודות)

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

5. באיור לשאלה 5 מוצג החלק ציר לגלגל, העשוי מפלדה SAE 1045. הציר מיוצר בעיבוד שבבי מתוך מוט.

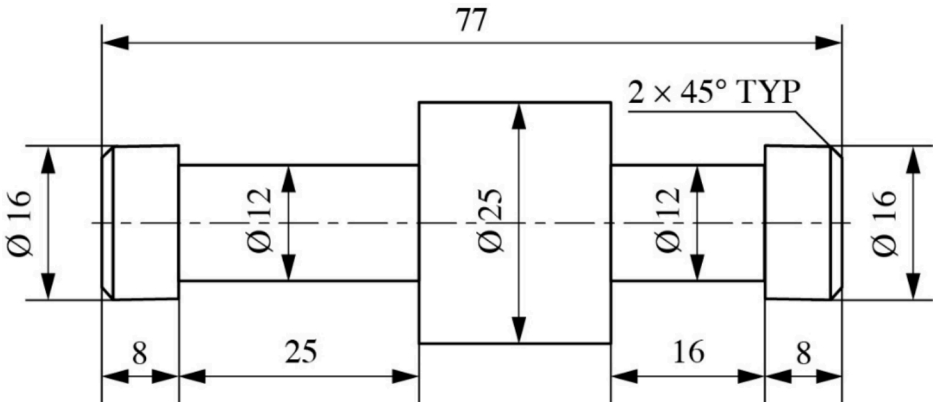
מידות המוצא של חומר הגלם הם: $\phi 28 \times 80$. העיבוד מבוצע בשני שלבים: עיבוד מוקדם ועיבוד גמר.

לביצוע עיבוד הגמר יש להשאיר 1 mm בקוטר בכל מידות החלק.

היעזרו בנספח תנאי שיבוב כלליים בחריטה המצורף.

נתונים:

- נצילות המחרטה – 80%.
- התנגדות סגולית – $3{,}000\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}$.
- קדמה בשלב העיבוד המוקדם – $0.2\ \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{rev}}$.
- קדמה בשלב העיבוד הסופי – $0.1\ \frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{rev}}$.
- הגש מרבי בשלב העיבוד המוקדם – 4 mm.
- כלי העיבוד – סכין מתק"ש.



תנאי שיבוב כלליים בחריטה

חומר עבד	חומר כלי	מהירות חיתוך v_c – קדמה f = 0.1	f = 0.2	f = 0.4	f = 0.8
פלדות פחמניות קלות חיתוך	H.S.S מתק"ש	65-55 350-250	60-50 320-260	45-35 280-220	35-25 250-160
פלדות פחמניות	H.S.S מתק"ש	40-30 220-200	30-20 180-160	20-15 140-120	15-10 120-100
פלדות כלים	H.S.S מתק"ש	15 65-55	15-10 55-45	10-5 45-35	15-10 40-30
נחושת	מתק"ש	450-350	350-250	300-200	250-200
ברזל יציקה	H.S.S מתק"ש	50-40 160-140	40-30 130-110	25-15 90-80	15-10 80-70
אלומיניום ונתכי - אלומיניום	H.S.S מתק"ש	60-50 280	50-40 200	40-30 150	30-20 100

v_c - מהירות חיתוך - $\left[\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}}\right]$ f - קידמה - $\left[\frac{\mathrm{mm}}{\mathrm{rev}}\right]$

א. תארו והסבירו את תהליך העיבוד ואת מספר המעברים בכל שלב.

(4 נקודות)

ב. חשבו את הזמן הנדרש לשלב עיבוד הגמר של החלק.

(7 נקודות)

ג. חשבו את ההספק הנדרש לשלב עיבוד הגמר של החלק.

(5 נקודות)

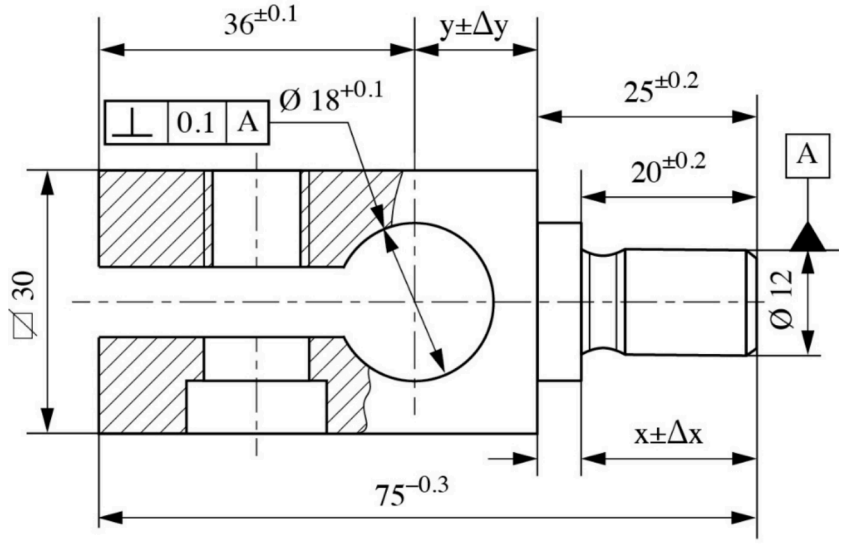
ד. כיצד ישפיע שינוי הנתונים הבאים על ההספק שחושב בסעיף ג'. האם ההספק יגדל או יקטן? הסבירו ללא חישוב.

להלן השינויים:

- החלפת חומר הציר מפלדה לנחושת.
- הגדלת הקדמה ל- $0.3\ \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$.

(4 נקודות)

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



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

(6 נקודות)

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

(7 נקודות)

ג. ביחס לדרישה $\perp \mid 0.1 \mid A$, הסבירו את הדברים הבאים:

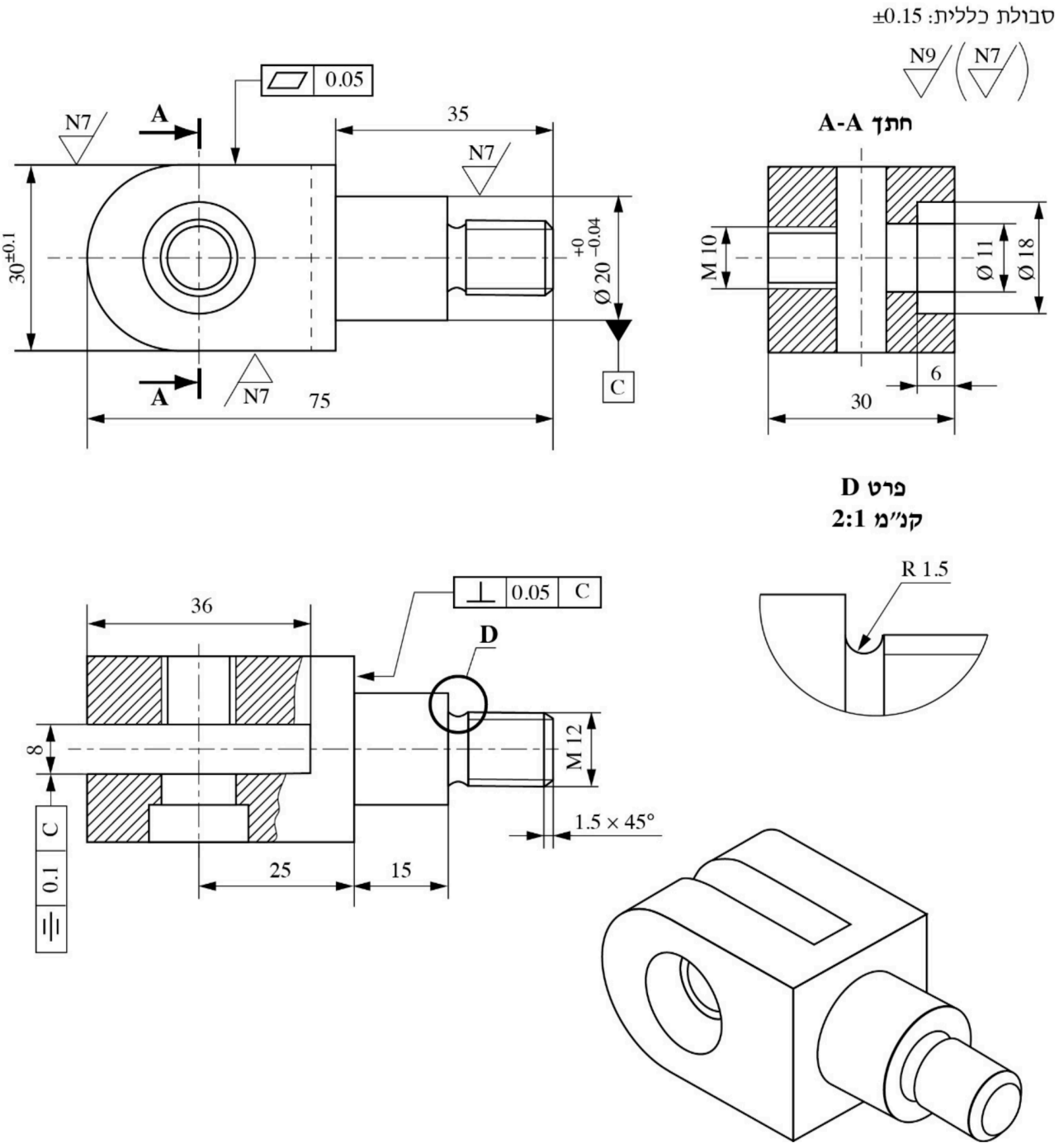
(1) מה משמעות הדרישה? מה המשמעות של כל אחד משלושת המלבנים בדרישה?

(2) כיצד מבטיחים את ביצוע הדרישה בתהליך הייצור?

(7 נקודות)

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

7. באיור לשאלה 7 (הנמצא בעמוד הבא) מסורטט החלק מזלג מתובר, העשוי מפלדה SAE1040.
החלק מיוצר בכמויות קטנות, באמצעות מכונות חריטה וכרסום בלבד.



א. (1) פרטו את השיקולים לבחירת הצורה הגאומטרית של חומר הגלם.

(2) מה יהיו מידות חומר הגלם?

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

(11 נקודות)

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

(4 נקודות)

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

8. מפעל קיבל הזמנה לאספקת 3,000 יחידות של אוגן סופי. המפעל שוקל שתי שיטות ייצור למוצר, לביצוע בשני קווי ייצור נפרדים: עיבוד שבבי מלא או שילוב של יציקה מדויקת עם עיבוד שבבי. להלן טבלה המפרטת את העלויות בכל אחת משיטות הייצור:

שיטת ייצור	עלות חומר גלם ליחידה (₪)	עלות חומר מתכלה ליחידה (₪)	זמן ייצור ליחידה (דקות)	עלות שעת עבודה (₪)	אחוזי פסילה (%)	הוצאות הכנה ומתקנים (₪)
ייצור בעיבוד שבבי	50	3	40	200	4	20,000
ייצור ביציקה מדויקת ועיבוד שבבי	45	2	18	150	2	110,000

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

ב. חשבו את עלות הייצור הכוללת של הזמנה של 3,000 יחידות בכל אחת משיטות הייצור.
(5 נקודות)

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

ד. סרטטו עבור שתי שיטות הייצור גרפים המציגים את עלויות הייצור נגד כמות היחידות ליצור. הסבירו את משמעות הגרפים שהתקבלו.
(5 נקודות)

9. אם בבורג הידוק זווית המעלה גדולה מזווית החיכוך:
א. לא יהיה אפשר להבריג את הבורג.
ב. זווית השן בתבריג תהיה קטנה מזווית החיכוך.
ג. לבורג לא תהיה עצירה עצמית לאחר ההידוק.
ד. לבורג תהיה עצירה לאחר ההידוק.
(2⅓ נקודות)

10. מהו המשפט הנכון ביחס למודול השן (m) בגלגל שיניים?
א. ככל שמודול השן גדול יותר - מאמצי הכפיפה בשיני הגלגל יקטנו.
ב. ככל שנגדיל את מודול השן, המרחק בין צירי הגלגלים יקטן.
ג. ככל שנגדיל את מהירות הסיבוב של גלגל השיניים יידרש מודול גדול יותר.
ד. ככל שנגדיל את מודול השן, קוטר גלגל השיניים יקטן.
(2⅓ נקודות)

11. בממסרת הפחתה של שני זוגות גלגלי שיניים, ללא הפסדים, יחס התמסורת בכל זוג גלגלי שיניים הוא $i = 1 : 3$. איזה מהמשפטים הבאים נכון?

א. המומנט המועבר לצרכן יגדל פי תשעה (9) ממומנט היציאה מהמנוע.

ב. המומנט המועבר לצרכן יגדל פי שלושה (3) ממומנט היציאה מהמנוע.

ג. מהירות הסיבוב ביציאה לצרכן תהיה גדולה פי תשעה (9) ממהירות היציאה מהמנוע.

ד. המומנט המועבר לצרכן יקטן פי תשעה (9) ממומנט היציאה מהמנוע.

(2⅓ נקודות)

12. מהו המשפט הנכון ביחס למאמצים בבורג הידוק?

א. בלב הבורג קיימים מאמצי מתיחה וגזירה.

ב. בשיני התבריג קיימים מאמצי מתיחה וגזירה.

ג. בלב הבורג קיימים מאמצי מתיחה וכפיפה.

ד. בשיני התבריג קיימים מאמצי לחיצה וגזירה.

(2⅓ נקודות)

13. מהו המשפט הנכון ביחס למאמץ המותר בחומר?

א. כל חריגה מהמאמץ המותר בחומר עלולה לגרום לשבר בחלק.

ב. בכל חריגה מהמאמץ המותר בחומר, החלק יהיה בתחום הפלסטי.

ג. בכל חריגה מהמאמץ המותר בחומר, נגיע למאמץ הכניעה.

ד. בחריגה מהמאמץ המותר בחומר, החלק יישאר בתחום האלסטי בתלות במקדם הביטחון S.

(2⅓ נקודות)

14. מהי אפיצות?

א. דיוק הייצור של חלק.

ב. דרישות ניצבות ומקבילות של החלק.

ג. טיב השטח הקיים בחלק.

ד. המרווחים הקיימים בין שני חלקים המורכבים אחד בתוך השני.

(2⅓ נקודות)

15. שימוש בנוזל חיתוך חשוב מהסיבה הבאה:

א. הקטנת הבלאי והגדלת אורך חיי כלי החיתוך.

ב. שיפור טיב פני השטח המתקבל במהלך העיבוד.

ג. מאפשר הגדלת הקדמה בתהליך העיבוד.

ד. כל התשובות נכונות.

(2⅓ נקודות)

16. מהי משמעותה של הדרישה: $\Phi 20\frac{H7}{g7}$?

א. הדרישה מתארת קוטר קדח ואת דרישת טיב השטח בקדח.

ב. הדרישה מתארת קוטר גל ואת דרישות הקשיות בגל.

ג. הדרישה מתארת את הסבולות של קדח וגל בהרכבה.

ד. הדרישה מתארת קוטר קדח ואת הדיוק הנדרש בייצורו.

(2⅓ נקודות)

17. איזה משפט נכון לגבי פעולת עיבוד בהשחזה?

א. ניתן לעבד בטיב פני שטח N5.

ב. ניתן לעבד משטחים עקומים (משטחים צורתיים).

ג. ניתן לעבד בטיב פני שטח מרבי N7.

ד. ניתן לעבד בדרישת דיוק מרבית של ± 0.05 .

(2⅓ נקודות)

18. מה מודדים במיקרומטר למדידת תבריגים?

א. את הקוטר החיצוני של התבריג.

ב. את הקוטר הפנימי של התבריג.

ג. את הקוטר היעיל (האפקטבי) של התבריג.

ד. את פסיעת התבריג.

(2⅓ נקודות)

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