GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד ב'
סמל השאלון: 97002
קובץ: תשובות סופיות

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 כמפורט: שאלות 1-4 בנושא חלקי מכונות - יש לענות על שתי שאלות, שאלות 5-8 בנושא תהליכי עיבוד שבבי - יש לענות על שתי שאלות. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - עשר שאלות ברירה (יש לענות על כולן): שאלות 9-13 בנושא חלקי מכונות שאלות 14-18 בנושא תהליכי עיבוד שבבי יש לרשום את תשובות חלק ב' במחברת הבחינה ערך כל שאלה שתי 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.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לענות על כל השאלות במחברת הבחינה בלבד! 2. יש למלא את הפרטים בראש עמוד זה ולצרף את השאלון, כולל הנספחים, למחברת הבחינה. 3. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 4. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. (אין צורך להעתיק את השאלה.) התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 5. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 6. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 7. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליה קו כדי שלא תיבדק. 8. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. נספחים: תפרי ריתוך; תנאי שיבוב בחריטה; נתוני שיבוב בקידוח; תבריגים ריבועיים; סבולות קדח וגל אחיד. בשאלון זה 12 עמודי בחינה ו-5 עמודי נספחים.

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

בהצלחה!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. $\rho_{sy} = 63.5\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ (גזירה), $\rho_{tz} = 63.5\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ (כוח ניצב לתפר), ו- $\rho_{by} = 278.4\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ $\rho_{bz} = 139.2\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ (כפיפה).

ב. המאמץ המרבי נמצא בתפר של האוגן התחתון (נקודות 3 ו-4 בתרשים): שם מאמצי הכפיפה ρ_{by}, ρ_{bz} והמאמץ ρ_{tz} פועלים באותו כיוון.

ג. $\rho_e \approx 485\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$. עובי התפר $a \approx 4.04\,\mathrm{mm}$, כלומר גובה רגל $k = 1.4 \cdot a \approx 5.7\,\mathrm{mm}$ (בוחרים $6\,\mathrm{mm}$).

ד. ρ_{sy} ו- ρ_{tz} לא ישתנו. מאמצי הכפיפה ρ_{by} ו- ρ_{bz} יגדלו מאוד, כי מומנט ההתנגדות Z_b של התפר סביב ציר הכפיפה קטן בהרבה. לכן המאמץ המרבי ועובי התפר הנדרש יגדלו במידה ניכרת.

שאלה 2

א. מישור אנכי: $A_y = 2212.5\,\mathrm{N}$, $B_y = 187.5\,\mathrm{N}$. מישור אופקי: $A_x = 2250\,\mathrm{N}$, $B_x = 3750\,\mathrm{N}$. כוח צירי בסמך הקבוע: $A_z = 2800\,\mathrm{N}$. שקולים רדיאליים: $R_A \approx 3156\,\mathrm{N}$, $R_B \approx 3755\,\mathrm{N}$.

ב. מישור אנכי: $22.5\,\mathrm{Nm}$ משמאל ל-C ו- $442.5\,\mathrm{Nm}$ מימין ל-C (קפיצה של $420\,\mathrm{Nm}$), אפס בסמכים. מישור אופקי: משולש עם שיא $450\,\mathrm{Nm}$ ב-C. פיתול: $M_t = 900\,\mathrm{Nm}$ בקטע שבין C ל-B (לכיוון הצרכן), ואפס בין C ל-A.

ג. $S \approx 3.43$ (בחתך C: $M_e \approx 1099\,\mathrm{Nm}$, $\sigma_e \approx 175\,\mathrm{MPa}$).

שאלה 3

א. רצועה שטוחה: $\sigma_e \approx 6.9\,\mathrm{MPa}$ ($S_1 = 1337\,\mathrm{N}$). רצועות טריזיות: $\sigma_e \approx 6.2\,\mathrm{MPa}$ ($S_{1N} = 883\,\mathrm{N}$). שתיהן מתחת למאמץ המותר, $8\,\mathrm{MPa}$.

ב. רצועה שטוחה: $Q \approx 1810\,\mathrm{N}$. רצועות טריזיות: $Q \approx 909\,\mathrm{N}$.

ג. בתמסורת הרצועות הטריזיות: כוח המתיחה המוקדמת שלה קטן בערך בחצי, ולכן העומס על הגלים והמסבים קטן בהרבה, וגם המאמץ המרבי ברצועה נמוך מעט יותר.

ד. $M \approx 222.3\,\mathrm{Nm}$ (בגל היציאה: $375\,\mathrm{rpm}$, $8.73\,\mathrm{kW}$).

שאלה 4

א. כן: $\sigma_e \approx 186\,\mathrm{MPa} < [\sigma] = 200\,\mathrm{MPa}$.

ב. לא: $\lambda = 107.7 > \lambda_0 = 80$, ולפי נוסחת אוילר הכוח המותר הוא $22{,}591\,\mathrm{N}$ בלבד, הרבה פחות מ- $80{,}000\,\mathrm{N}$.

ג. $Q_{max} = 22{,}591\,\mathrm{N} \approx 22.6\,\mathrm{kN}$ (הקריסה היא התנאי הקובע).

ד. נדרש $d_1 \geq 35.7\,\mathrm{mm}$. בוחרים תבריג ריבועי $\varnothing 42 \times 6$ ($d_1 = 36\,\mathrm{mm}$).

שאלה 5

א. חריטה מוקדמת: $v_c = 55\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$, $n \approx 460\,\text{rpm}$, בוחרים $n = 500\,\text{rpm}$. קידוח: $v_c = 23\ \frac{\text{m}}{\text{min}}$, $f = 0.23\ \frac{\text{mm}}{\text{rev}}$, $n \approx 563\,\text{rpm}$, בוחרים $n = 550\,\text{rpm}$.

ב. חריטה מוקדמת: $L = 319\,\text{mm}$, $t \approx 3.19\,\text{min}$ (כ-3.2 דקות). קידוח: $L = 41\,\text{mm}$, $t \approx 0.32\,\text{min}$.

ג. חריטה מוקדמת: $P_z = 1620\,\text{N}$, $N \approx 2\,\text{kW}$. קידוח: $P_z = 4036\,\text{N}$, $N \approx 1.89\,\text{kW}$.

ד. זמני העיבוד (סעיף ב) יתקצרו, וההספקים הנדרשים (סעיף ג) יגדלו: מתק"ש מאפשרת מהירות חיתוך גבוהה בהרבה, ולכן הסל"ד עולה, הזמן יורד, וההספק (כוח כפול מהירות) עולה.

שאלה 6

א. $X \pm \Delta X = 20 \pm 0.7\,\text{mm}$

ב. $Y \pm \Delta Y = 10.95 \pm 0.05\,\text{mm}$ (אפשר לכתוב גם $11^{\,0}_{-0.1}$).

ג. (1) אפיצות מעבר, בשיטת הקדח האחיד (מרווח מרבי $0.009\,\text{mm}$, מדחק מרבי $0.015\,\text{mm}$).

(2) $\varnothing 10\ \frac{M7}{h6}$ (שיטת הגל האחיד).

(3) קדח אחיד: ברירת המחדל ברוב המקרים, כי קל וזול יותר להתאים את הגל, וגם כשחלק קנוי בא עם קדח בסבולת H (למשל הטבעת הפנימית של מסב על הגל). גל אחיד: כשהגל נתון או קנוי בסבולת h, למשל הקוטר החיצוני של מסב בתוך בית המסב, מוט משוך, או גל חלק אחד שמורכבים עליו כמה חלקים באפיציות שונות.

שאלה 7

א. מוט עגול מפלדה SAE 1040, $\varnothing 70 \times 34\,\text{mm}$.

ב. בכרסומת, בכרסום דיסקה (מסור כרסום) בעובי $2\,\text{mm}$ ובקוטר של $120\,\text{mm}$ לפחות (בהנחה שקוטר ציר הכרסום עד $20\,\text{mm}$), לעומק $47\,\text{mm}$ מההיקף.

ג. ניסור מוט $\varnothing 70 \times 34$; חריטה: מצח ראשון וקוטר $\varnothing 66$; בדפינה שנייה: מצח לאורך 30, קידוח וחריטה פנימית של $\varnothing 20$, המדרגה $\varnothing 40$ לאורך 12 (באותה דפינה עם הקדח) והמדרגה $\varnothing 32$ לאורך 6, שבירת פינות; כרסום וקידוח: החריץ ברוחב 2, קדח מכין ל-M6, שקע 90° עד $\varnothing 12.5$, הרחבה ל- $\varnothing 7$, הברזת M6, המדרגה בעומק 6 והשיפוע, הסרת גרדים.

ד. $\boxed{\perp \mid 0.1 \mid A}$: ניצבות. מצח המדרגה חייב להימצא בין שני מישורים שהמרחק ביניהם $0.1\,\text{mm}$ והם ניצבים לציר הקדח $\varnothing 20$ (בסיס A). $\boxed{\odot \mid \varnothing 0.05 \mid A}$: מרכזיות. הציר של $\varnothing 40$ חייב להימצא בתוך גליל בקוטר $0.05\,\text{mm}$ סביב ציר A. מבטיחים את שתיהן בחריטת המדרגה $\varnothing 40$, המצח שלה והקדח $\varnothing 20$ בדפינה אחת, ובודקים בחוגן כשהחלק מורכב על ציר בדיקה בקדח $\varnothing 20$ ומסובבים אותו.

שאלה 8

א. עיבוד שבבי מלא: כ- $539{,}150$ ₪ (173.05 ₪ ליחידה). יציקה מדויקת: $369{,}375$ ₪ (69.79 ₪ ליחידה).

ב. (1) שני קווים ישרים: $C_1 = 20{,}000 + 173.05 \cdot Q$ (עיבוד שבבי מלא) ו- $C_2 = 160{,}000 + 69.79 \cdot Q$ (יציקה מדויקת). הם נחתכים ב- $Q \approx 1356$ יחידות.

(2) נקודת האיזון: $Q \approx 1356$ יחידות (עלות של כ- $254{,}600$ ₪). עד כ-1355 יחידות עדיף עיבוד שבבי מלא, ומ-1356 יחידות ומעלה עדיפה יציקה מדויקת.

ג. כן. ב-300 שעות מתקבלות כ-360 יחידות תקינות בעיבוד שבבי וכ-691 ביציקה מדויקת, בסך הכול כ-1051 יחידות, יותר מ-1000.

שאלה 9

א. אם המאמץ הקיים בחלק יהיה גבוה ממאמץ הכניעה, החלק יהיה בתחום הפלסטי של עקומת מאמץ מעוות

שאלה 10

א. בבורג (1) זווית מעלה התבריג גדולה יותר מאשר בבורג (2), לכן יש סיכוי גבוה יותר לפתיחה עצמית.

שאלה 11

ב. בהספק ובסל"ד נתונים, ככל שקוטר הגל יקטן, יגדלו המאמצים בשגם

שאלה 12

ג. מספר הכריכות בקפיץ

שאלה 13

ד. כל התשובות נכונות.

שאלה 14

ד. כל התשובות נכונות.

שאלה 15

ג. זו דרישת גליליות של משטח גלילי

שאלה 16

ג. בהתנגדות הסגולית של החומר, בהיגש ובקדמה.

שאלה 17

ג. באמצעות מיקרומטר

שאלה 18

ב. יש להשאיר את השטח במצב המקורי ללא עיבוד

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