GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 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 להלן: 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. 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. 9. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את בחירתכם. נספחים: תפרי ריתוך; קפיצים; תנאי שיבוב בחריטה; תנאי שיבוב בקידוח; 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. $\rho_{sx} = 20.4\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ ו- $\rho_{sy} = 17.1\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ (גזירה, יחד $\rho_s = 26.7\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$); $\rho_{bx} = 185.1\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ (כפיפה מ- F_y) ו- $\rho_{by} = 315.2\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$ (כפיפה מ- F_x).

ב. מלבן התפר 50×100 במישור XY: חיצי גזירה ρ_{sx} (בכיוון +X) ו- ρ_{sy} (כלפי מטה) שווים בכל נקודה; מאמצי כפיפה ניצבים למישור, ρ_{bx} מותח את הצלע העליונה ולוחץ את התחתונה, ρ_{by} מותח את הצלע שבצד $-X$ ולוחץ את הצלע שבצד $+X$. הם מצטרפים בפינות: מתיחה מרבית בפינה העליונה שבצד $-X$, לחיצה מרבית בפינה התחתונה שבצד $+X$.

ג. $\rho_e \approx 501\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$; עובי התפר $a \approx 5.0\,\text{mm}$ (גובה רגל $k = 1.4 \cdot a \approx 7\,\text{mm}$). המאמץ המרבי בשתי פינות: הפינה העליונה שבצד $-X$ (מתיחה) והפינה התחתונה שבצד $+X$ (לחיצה).

ד. יישארו ללא שינוי: התפר הוא אותו קו היקפי 50×100, והכוח ומרחקו מהבסיס לא השתנו.

שאלה 2

א. $C_1 = 8.64\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$, $C_2 = 23.91\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$, ולמערכת $C = 32.55\ \frac{\text{N}}{\text{mm}}$.

ב. שקיעה משותפת $f = 49.15\,\text{mm}$; בקפיץ הפנימי $F_1 \approx 425\,\text{N}$ ובקפיץ החיצוני $F_2 \approx 1175\,\text{N}$.

ג. $[\tau_t] = \frac{0.6 \cdot 1400}{2} = 420\,\text{MPa}$. פנימי: $\tau_1 \approx 294\,\text{MPa}$; חיצוני: $\tau_2 \approx 340\,\text{MPa}$. שניהם עומדים בדרישות החוזק.

ד. $H_s = 78\,\text{mm}$, $H_2 = 97.5\,\text{mm}$, ואורך חופשי $H_0 \approx 146.7\,\text{mm}$ (לשני הקפיצים).

שאלה 3

א. $Q_{max} = Q_f + Q_M = 4000 + 10{,}800 = 14{,}800\,\text{N} \approx 14.8\,\text{kN}$, בשני הברגים הקיצוניים (העליון והתחתון), הרחוקים ביותר ממרכז קבוצת הברגים.

ב. $\sigma_t \approx 157.4\,\text{MPa}$, $\tau_t \approx 66.4\,\text{MPa}$, $\sigma_e \approx 194.9\,\text{MPa}$; מקדם הביטחון הקיים $S = \frac{660}{194.9} \approx 3.39 > 2.5$, ולכן הברגים עומדים בדרישות החוזק.

ג. סעיף א לא ישתנה: כוח ההידוק הנדרש תלוי רק בכוח, במרחקים ובמקדמי החיכוך וההחלקה, לא בגודל הבורג. בסעיף ב שטח החתך של הבורג גדל, המאמצים קטנים, ומקדם הביטחון הקיים יגדל.

שאלה 4

א. $v = 9.11\ \frac{\text{m}}{\text{s}}$, $F_t = 878\,\text{N}$, $k_e = 15.04$; בענף הפעיל $S_{1N} \approx 941\,\text{N}$ ובענף הסביל $S_{2N} \approx 63\,\text{N}$ (סך הכול לכל הרצועות).

ב. כוח מרבי לרצועה אחת $283.3\,\text{N}$, $N = \frac{941}{283.3} = 3.32$, כלומר 4 רצועות.

ג. $[S_1] = 1967\,\text{N}$, $k_e = 2.311$, $F_t = 1116\,\text{N}$; בגלגל המניע $67\,\text{Nm}$, ולצרכן 2 (גלגל $240\,\text{mm}$) $M_2 \approx 134\,\text{Nm}$.

שאלה 5

א. דפיסה 1: חזיתת קצה ה- $\varnothing 55$, חריטה $\varnothing 59 \to \varnothing 56$ (מעבר אחד, היגש 1.5) וגמר ל- $\varnothing 55$ (היגש 0.5). דפיסה 2 (על $\varnothing 55$): חזיתה לאורך, $\varnothing 59 \to \varnothing 46$ ב-4 מעברים של 1.625, $\varnothing 46 \to \varnothing 36$ ב-3 מעברים של 1.67, גמר ל- $\varnothing 45$ ול- $\varnothing 35$ (היגש 0.5), חזיתת הכתפיים, מדרון $2 \times 45^\circ$; קידוח צירי $\varnothing 5$ ואחריו $\varnothing 10$ לעומק 60. דפיסה 3: קדח רדיאלי $\varnothing 5$ ואחריו $\varnothing 10$ עד הקדח הצירי.

ב. חריטת גמר: $v_c = 300\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}}$, $n = 1700\,\mathrm{rpm}$, $\Sigma L = 151.5\,\mathrm{mm}$, $t \approx 0.89\,\mathrm{min}$. קידוח ($v_c = 30$): צירי $0.33 + 0.36$, רדיאלי $0.11 + 0.13$, סך הכול כ- $0.93\,\mathrm{min}$.

ג. $P_z = 125\,\mathrm{N}$, $v_c \approx 299\,\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{min}}$, $N \approx 0.78\,\mathrm{kW}$.

שאלה 6

א. (1) בכמות קטנה: מכונות אוניברסליות (מחרטה, כרסומת עם ראש מחלק, מקדחה), כלים ומתקנים סטנדרטיים, הרבה דפיסות ופעולות נפרדות. בסדרה גדולה: מחרטת CNC עם כלים מסתובבים או מחרטה אוטומטית, חומר גלם משושה, מתקנים ייעודיים, ריכוז פעולות בדפיסה אחת וסדר פעולות קבוע ומתוכנן לזמן מחזור קצר.

(2) זה חריץ שחרור (מפלט) לתבריג M30: הוא מאפשר לסכין ההברגה לצאת מהחומר, כך שהתבריג המלא מגיע עד הכתף, והחלק המוברג נצמד לכתף.

ב. 1) מחרטה, דפיסה ראשונה (על חומר הגלם): חזיתה, חריטת $\varnothing 40$ ו- $\varnothing 30$, חזיתת כתף ה- $\varnothing 50$, חריץ $4 \times \varnothing 25$, מדרון $2 \times 45^\circ$, הברגת M30, קידוח $\varnothing 10$ לעומק 55. 2) מחרטה, דפיסה שנייה (על $\varnothing 40$, לסתות רכות): חזיתה לאורך 80, חריטת $\varnothing 50$ ושל צד המשושה לקוטר העובר בפינותיו, מדרון. 3) כרסומת עם ראש מחלק: משושה 42. 4) מקדחה: קדח רוחבי $\varnothing 10$ במרחק 40. 5) שבירת פינות $0.5 \times 45^\circ$ והסרת גרדים. 6) ביקורת.

ג. (1) $\boxed{\bigcirc \mid 0.1}$ עיגוליות: בכל חתך ניצב לציר, קו ההיקף נמצא בין שני מעגלים קונצנטריים שהפרש הרדיוסים ביניהם $0.1\,\mathrm{mm}$. $\boxed{/\!\bigcirc\!/ \mid 0.1}$ גליליות: כל המשטח הגלילי נמצא בין שני גלילים קו-ציריים שהפרש הרדיוסים ביניהם $0.1\,\mathrm{mm}$. עיגוליות בודקת כל חתך לחוד (דו-ממדי); גליליות בודקת את כל המשטח יחד (תלת-ממדי) וכוללת גם ישרות קווי המעטפת וקוניות, ולכן היא מחמירה יותר.

(2) עיגוליות: מסובבים את החלק סיבוב שלם (במכשיר לבדיקת עגילות, או על אבני V / בין מרכזים) עם חוגן ניצב למשטח, בכמה חתכים; בכל חתך הפרש הקריאות המרבי. גליליות: אותה מדידה בחתכים רבים לאורך כל המשטח, כשהחוגן נע במקביל לציר הייחוס (מכשיר עגילות עם ציר אנכי או מכונת מדידה CMM); ההפרש בין הקריאה הגבוהה לנמוכה בכל המשטח.

שאלה 7

א. $X \pm \Delta X = 16.9 \pm 0.5\,\text{mm}$ (כלומר $17^{+0.4}_{-0.6}$)

ב. $Y \pm \Delta Y = 20 \pm 0.1\,\text{mm}$

ג. (1) הקדח הוא $\varnothing 10\,\text{H8}$; לפין בוחרים $\varnothing 10\,\text{x8}$ ($^{+0.056}_{+0.034}$). האפיצות $\varnothing 10\,\frac{\text{H8}}{\text{x8}}$, בשיטת הקדח האחיד.

(2) קדח אחיד: הקדח תמיד H (סטייה תחתונה אפס) וסוג האפיצות נקבע בבחירת סבולת הגל; זו השיטה הנפוצה, כי קל יותר לחרוט גל למידה מאשר לייצר ולבדוק קדחים בהרבה מידות. גל אחיד: הגל תמיד h (סטייה עליונה אפס) וסוג האפיצות נקבע בבחירת סבולת הקדח; משתמשים בה כשעל גל אחד ארוך במידה אחידה (למשל מוט משוך) מורכבים כמה חלקים באפיצויות שונות, או כשהגל הוא חלק תקני (טבעת חיצונית של מסב, פין תקני).

(3) $\delta_{max} = 0.056\,\text{mm}$, $\delta_{min} = 0.012\,\text{mm}$

שאלה 8

א. תהליך א': $A = 257.29$ ₪ ליחידה, $C \approx 821{,}875$ ₪. תהליך ב': $A = 117.01$ ₪ ליחידה, $C \approx 601{,}020$ ₪.

ב. $Q = \frac{250{,}000-50{,}000}{257.29-117.01} \approx 1426$ יחידות (עלות של כ- $416{,}800$ ₪).

ג. שני קווים ישרים: $C_1 = 50{,}000 + 257.29Q$ ו- $C_2 = 250{,}000 + 117.01Q$, נחתכים ב- $Q \approx 1426$. עד כ-1425 יחידות עדיף תהליך א' (ללא אוטומציה); מעל כ-1426 יחידות עדיף תהליך ב' (עם אוטומציה). להזמנה של 3000 יחידות עדיף תהליך ב'.

ד. קו ב' (עם אוטומציה), כי $1426 < 2000$ (כ- $484{,}000$ ₪ מול כ- $564{,}600$ ₪). צריך לייצר $\frac{2000}{0.98} \approx 2041$ יחידות, 32 דקות כל אחת: כ- 1088 שעות, כלומר כ-5.4 חודשים.

שאלה 9

ד. המומנט המועבר לצרכן יקטן פי 2.

שאלה 10

א. כוח המתיחה המוקדם הנדרש בתמסורת הרצועות הטריזיות קטן מזה שבתמסורת הרצועה השטוחה.

שאלה 11

ב. מסב קוני.

שאלה 12

א. המומנט המרבי של המצמד הקוני יהיה גדול יותר מזה של המצמד השטוח.

שאלה 13

ד. מאמצי גזירה, כפיפה ומעיכה

שאלה 14

ב. באפיצות מדחק.

שאלה 15

ב. זו אפיצות בשיטת הגל האחיד.

שאלה 16

ד. כל התשובות נכונות.

שאלה 17

ג. חוגן (אינדיקטור)

שאלה 18

ב. עיבוד במהירויות שיבוב גבוהות מדי

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