GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
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. 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 למלא את הפרטים בראש עמוד זה, ולצרף את השאלון כולל את הנספחים 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 עליה 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: תנאי שיבוב בכרסום; מסבים; תפרי ריתוך; סבולות קדח אחיד. בשאלון זה 12 עמודים ו-4 עמודי נספח.

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.** גזירה ישירה $\rho_s \approx 37\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$, כפיפה $\rho_b \approx 278\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$, פיתול $\rho_{tr} \approx 53.6\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ (מאמצים קוויים).

**ב.** בכל פינה של התפר: $\rho_b$ ניצב למישור התפר, $\rho_s$ אנכי כלפי מטה, ו-$\rho_{tr}$ ניצב לרדיוס מהמרכז, בזווית $\alpha = 43.5^\circ$ לאנך. בפינות שבצד של A (נקודות 1 ו-4) הרכיב האנכי של $\rho_{tr}$ מצטרף ל-$\rho_s$.

**ג.** $\rho_e \approx 291\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$ בנקודות 1 ו-4 (הפינות שבצד של A); עובי התפר (רגל) $K \approx 4.5\,\mathrm{mm}$, בפועל $5\,\mathrm{mm}$.

**ד.** $\rho_{e2} \approx 561\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}}$, לכל אורך קווי התפר העליון והתחתון (מומנטי הפיתול של F ושל P מבטלים זה את זה).

### שאלה 2

**א.** כן: $\sigma_{b1} \approx 55.6\,\mathrm{MPa} < [\sigma_b] = 90\,\mathrm{MPa}$.

**ב.** שונים: בגלגל 1 $55.6\,\mathrm{MPa}$, בגלגל 2 רק $\sigma_{b2} = 55.6 \cdot \frac{0.322}{0.409} \approx 43.8\,\mathrm{MPa}$. המאמץ גדול יותר בגלגל הקטן 1, כי מקדם הצורה שלו קטן.

**ג.** מסב 6208 ($d = 40$, $D = 80$, $B = 18$, $C = 30{,}700\,\mathrm{N}$): לפי כלל הנוסחאון לטבלת המקדמים $Y = 1.8$, $P = 1852\,\mathrm{N}$, והכושר הנדרש $C \approx 29{,}900\,\mathrm{N} < 30{,}700\,\mathrm{N}$. המסב קרוב לגבול; באינטרפולציה בטבלה ($Y \approx 1.98$) הוא חסר כ-2%, ואז הבחירה הבטוחה היא 6308.

### שאלה 3

**א.** רצועה שטוחה: $M \approx 102\,\mathrm{Nm}$; 4 רצועות טריזיות: $M \approx 112\,\mathrm{Nm}$. נבחרת תמסורת הרצועות הטריזיות, שמעבירה מומנט גבוה יותר.

**ב.** $b \approx 70.5\,\mathrm{mm}$, בפועל $71\,\mathrm{mm}$.

**ג.** בתמסורת הרצועה השטוחה: כדי להעביר מומנט היא צריכה מתיחות גדולות בהרבה בשני הענפים (חיכוך קטן), ולכן הכוח הרדיאלי על הגל ומאמצי הכפיפה בו גדולים בהרבה. מאמצי הפיתול כמעט זהים (המומנטים קרובים).

### שאלה 4

**א.** $Q_{max} \approx 8255\,\mathrm{N}$, בשני הברגים הימניים (הרחוקים ביותר מהקצה השמאלי של המתלה, ציר ההתהפכות).

**ב.** בורג M14 (פסיעה $2\,\mathrm{mm}$, $A = 104\,\mathrm{mm}^2$): $\sigma_e \approx 119\,\mathrm{MPa} < [\sigma] = 140\,\mathrm{MPa}$.

**ג.** $S \approx 3.53$

### שאלה 5

**א.** עיבוד מוקדם: 2 מהלכים בהיגש $4\,\text{mm}$ ($8\,\text{mm}$); עיבוד גמר: מהלך אחד בהיגש $0.5\,\text{mm}$. בכל מהלך מכרסמים את שלושת החריצים ($k=3$), ברוחב מלא של הכרסום.

**ב.** כ- $4.6\,\text{min}$: מוקדם $2.5\,\text{min}$ ($v_c=100$, $f_z=0.07$, $n=1500$, $v_f=420\,\frac{\text{mm}}{\text{min}}$), גמר $2.1\,\text{min}$ ($v_c=140$, $f_z=0.03$, $n=2100$, $v_f=252\,\frac{\text{mm}}{\text{min}}$).

**ג.** כ- $2.45\,\text{kW}$ (בעיבוד המוקדם: $P_z\approx 1248\,\text{N}$, $v_c=94.2\,\frac{\text{m}}{\text{min}}$); בגמר נדרשים רק כ- $0.18\,\text{kW}$.

**ד.** זמן העיבוד יגדל: בנספח, לפלדה קשה יותר מהירות החיתוך והקידמה נמוכות יותר, ולכן $v_f$ קטנה. ההספק הנדרש יקטן: מהירות החיתוך והקידמה הנמוכות מקטינות אותו יותר ממה שההתנגדות הסגולית הגדולה יותר מגדילה אותו.

### שאלה 6

**א.** $X \pm \Delta X = 17.9 \pm 0.5\,\text{mm}$

**ב.** $Y \pm \Delta Y = 14.05 \pm 0.05\,\text{mm}$ (בין $14.0$ ל- $14.1\,\text{mm}$).

**ג.** (1) $\varnothing 6\,\frac{\text{H7}}{\text{r6}}$: קדח $\varnothing 6^{+0.012}_{0}$, פין $\varnothing 6^{+0.023}_{+0.015}$.

(2) $\Delta_{min}=0.003\,\text{mm}$, $\Delta_{max}=0.023\,\text{mm}$

### שאלה 7

**א.** שיקולים: הצורה והמידות של החלק, כמות הייצור (כמויות קטנות - עיבוד ממוט), ודרישות הדיוק וטיב השטח (תוספת עיבוד). חומר הגלם: מוט עגול $\varnothing 48 \times 84\,\text{mm}$.

**ב.** חריטה: מצח שמאלי (B), חריטה מוקדמת $\varnothing 45$, קידוח וחריטה פנימית $\varnothing 24$ (באותה דפינה עם המצח B), חריץ פנימי $\varnothing 34$, קידוח $\varnothing 10$, חריטת $\varnothing 22$, חריץ שחרור לפי פרט D ותבריג M22, חריטת גמר $\varnothing 44$, פאזות ומצח ימני לאורך 80. כרסום (כרסומת אנכית עם ראש חלוקה): 4 משטחים לריבוע 38, 2 משטחים למידה 36, קידוח $\varnothing 8$ במרחק 12 מ-B, קידוח $\varnothing 8$ בחתך A-A, חיטוט חריץ לשגם ברוחב 8.

**ג.** (1) דרישת ניצבות: ציר הקדח $\varnothing 24$ חייב להיות בתוך גליל בקוטר $0.01\,\text{mm}$ שניצב למשטח הייחוס B. ה-M (מצב חומר מרבי) פירושו שהסבולת $0.01$ חלה כשהקדח בקוטר הקטן ביותר ($\varnothing 24.00$), וכשהקדח גדל היא גדלה באותה מידה, עד $0.09\,\text{mm}$ בקוטר $\varnothing 24.08$. מבטיחים בחריטת המצח B והקדח $\varnothing 24$ בדפינה אחת.

(2) דרישת גליליות: המשטח של $\varnothing 44$ חייב להיות בין שני גלילים משותפי ציר, שהפרש הרדיוסים ביניהם $0.03\,\text{mm}$ (צינור בעובי דופן $0.03$). בודקים בחוגן תוך סיבוב החלק על פריזמה מדויקת והזזת החוגן לאורכו. מבטיחים בדפינה נכונה, בלי זריקה, וחריטת גמר במעבר אחד.

**שאלה 8**

**א.** עיבוד שבבי: כ- $452{,}950$ ₪ ( $221.47$ ₪ ליחידה). יציקה מדויקת: כ- $197{,}810$ ₪ ( $43.91$ ₪ ליחידה). חישול: כ- $250{,}030$ ₪ ( $95.02$ ₪ ליחידה).

**ב.** שלושה קווים ישרים: $C_1 = 10{,}000 + 221.47Q$ , $C_2 = 110{,}000 + 43.91Q$ , $C_3 = 60{,}000 + 95.02Q$ . נקודת המוצא של כל קו היא הוצאות ההכנה, והשיפוע הוא העלות ליחידה.

**ג.** נקודות האיזון: כ-395 יחידות (עיבוד שבבי מול חישול) וכ-979 יחידות (חישול מול יציקה מדויקת). עד 395 יחידות: עיבוד שבבי; מ-396 עד 978: חישול ועיבוד שבבי; מ-979 ומעלה: יציקה מדויקת.

**שאלה 9**

ב. מאמצי גזירה ומעיכה במסמרות. מאמצי מעיכה גזירה ומתיחה בלוחות

**שאלה 10**

א. לפי נתוני דרגת החוזק אפשר לקבוע את מאמץ הכניעה של הבורג

**שאלה 11**

ב. המומנט המועבר לצרכן יהיה גדול מהמומנט של המנוע

**שאלה 12**

ד. בכוח הצמדה זהה, במצמד הקוני יועבר מומנט גבוה יותר מאשר במצמד השטוח.

**שאלה 13**

ג. התמסורת היא בעלת עצירה עצמית

**שאלה 14**

ב. ככל שהקדמה גדולה יותר, תקטן ההתנגדות הסגולית בשיבוב

**שאלה 15**

ג. הקטרים בשני צידי המדיד יהיו $\varnothing 59.9$ בצד אחד ו- $\varnothing 60.1$ בצידו השני

**שאלה 16**

ד. האפיצות רשומה בשיטת הגל האחיד.

**שאלה 17**

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

**שאלה 18**

א. ייצור בכמות האיזון Q אפשרית בכל אחת בשיטות הייצור

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