GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 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 אצבע; תנאי שיבוב בכרסום פנים; סבולות קדח וגל אחיד. בשאלון זה 12 עמודים.

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. $Q_{max} \approx 13{,}722\,\text{N} \approx 13.7\,\text{kN}$, בברגים A ו-B (השורה העליונה): הם הרחוקים ביותר גם ממרכז הסיבוב E וגם מציר ההתהפכות שבקצה התחתון של הזוויתן.

ב. $Q_E \approx 5334\,\text{N} \approx 5.3\,\text{kN}$

ג. בורג M14 (פסיעה $2\,\text{mm}$) בדרגת חוזק 8.8: $\sigma_e \approx 162.5\,\text{MPa} < [\sigma_t] = 220\,\text{MPa}$.

שאלה 2

א. מישור אנכי: $M_A = 0$, $M_B = 587.5\,\text{Nm}$, $M_C = 287.5\,\text{Nm}$. מישור אופקי: $M_A = 0$, $M_B = 750\,\text{Nm}$, $M_C = 0$. פיתול: $M_t = 625\,\text{Nm}$ קבוע לכל אורך הגל.

ב. כן. בחתך המסוכן (סמך B): $M_e = 1139.4\,\text{Nm}$, $\sigma_e \approx 178\,\text{MPa} < [\sigma] = 225\,\text{MPa}$. מקדם הביטחון הקיים כ-2.5.

ג. $\sigma_e \approx 114.4\,\text{MPa}$ ($M_e = 732\,\text{Nm}$)

שאלה 3

א. לפי גזירה $d \geq 14.23\,\text{mm}$, לפי מעיכה $d \geq 12.24\,\text{mm}$. קובעת הגזירה, ובוחרים קוטר תקני $d = 16\,\text{mm}$.

ב. לוח 3: 140 , 87.5 , $52.5\,\text{kN}$ בחתכים a, b, c. לוח 2: 52.5 , 87.5 , $140\,\text{kN}$ בחתכים d, e, f. לוח 1: 26.25 , 43.75 , 70 , 70 , 43.75 , $26.25\,\text{kN}$ בחתכים a עד f.

ג. $b \geq 163.3\,\text{mm}$, בפועל כ- $164\,\text{mm}$ (קובע חתך a בלוח 3 וחתך f בלוח 2).

ד. $b = 176\,\text{mm}$ (קובעים הלוחות 1 ו-4 בחתכים c ו-d).

שאלה 4

א. $M_4 \approx 610\,\text{Nm}$ (על הגלגל המניע 3: $M_{t3} \approx 244.2\,\text{Nm}$).

ב. $b \approx 75.6\,\text{mm}$, בפועל $76\,\text{mm}$.

שאלה 5

א. שטח A (כרסום פנים): 2 מהלכים מוקדמים בהיגש $2.5\,\text{mm}$ ומהלך גמר אחד בהיגש $1\,\text{mm}$. החריץ (כרסום אצבע $\varnothing 20$): 3 מהלכים מוקדמים בהיגש $2.5\,\text{mm}$ ומהלך גמר אחד בהיגש $1\,\text{mm}$. סך הכול 7 מהלכים.

ב. כ- $3.65\,\text{min}$: כרסום הפנים ($1.13\,\text{min}$, $f_z = 0.4$, $v_c = 80$, $L = 385\,\text{mm}$, 2 מהלכים), וכרסום האצבע ($2.52\,\text{min}$, $f_z = 0.07$, $v_c = 100$, $L = 374\,\text{mm}$, 3 מהלכים). בחירה אחרת של תנאי שיבוב מתוך הנספח תשנה את התוצאה.

ג. כ- $8\,\text{kW}$ ($7.96\,\text{kW}$ בכרסום הפנים, שהוא הקובע; $1.16\,\text{kW}$ בכרסום החריץ).

ד. קטן יותר: בעיבוד הגמר ההיגש והקידמה לשן קטנים בהרבה, ולכן כוח החיתוך יורד הרבה יותר ממה שמהירות החיתוך עולה.

שאלה 6

א. $X \pm \Delta X = 15 \pm 0.4\,\text{mm}$

ב. $Y \pm \Delta Y = 14.95 \pm 0.05\,\text{mm}$

ג. (1) שיטת הגל האחיד: הסבולת h היא של גל שהסטייה העליונה שלו אפס, ואת הקדח מתאימים אליו.

(2) קדח $\varnothing 40\,\text{F8}$ ($^{+0.064}_{+0.025}$). האפיצות: $\varnothing 40\,\frac{\text{F8}}{\text{h9}}$.

(3) $\Delta_{min} = 0.025\,\text{mm}$, $\Delta_{max} = 0.126\,\text{mm}$

שאלה 7

א. (1) מוט עגול מפלדה SAE 1040, $\varnothing 42 \times 115\,\text{mm}$ (הקוטר הגדול בחלק $\varnothing 40$ והאורך 112, בתוספת עיבוד).

(2) בכרסומת, בכרסום דיסקה לשגם סהר בקוטר $20\,\text{mm}$ (R10) וברוחב $6\,\text{mm}$, שמוחדר בניצב לציר החלק לעומק $6\,\text{mm}$, עד המידה 19.

ב. ניסור מוט $\varnothing 42 \times 115$; חריטה בדפינה ראשונה: מצח ומרכוז, $\varnothing 40$, $\varnothing 25$ ומצח הצווארון, $\varnothing 16$ ופאזה, שחרור R1.5, תבריג M16; חריטה בדפינה שנייה על $\varnothing 25$: מצח לאורך 112, $\varnothing 26$, קונוס, קידוח $\varnothing 8.5$, פאזה והברזת M10; כרסום: משטח שטוח למידה 32, קידוח וקידוד $\varnothing 10$, חריץ שגם R10; הסרת גרדים וביקורת.

ג. הקונוס: דרישת חריגות (זריקה), עד $0.1\,\text{mm}$ בסיבוב שלם סביב ציר הבסיס A. הקוטר $\varnothing 26$: דרישת מרכזיות, הציר שלו בתוך גליל $\varnothing 0.06$ סביב ציר A. מבטיחים בחריטה כשהחלק דפון על $\varnothing 25$ (או בין חודנים), ובודקים בחוגן כשהחלק מונח על $\varnothing 25$ בפריזמה ומסובבים אותו.

שאלה 8

א. עיבוד שבבי מלא: כ- $625{,}300$ ₪. חישול: כ- $268{,}800$ ₪. יציקה מדויקת: כ- $283{,}800$ ₪.

ב. שלושה קווים ישרים: $C_1 = 20{,}000 + 252.21Q$ (עיבוד שבבי מלא), $C_2 = 150{,}000 + 49.48Q$ (חישול), $C_3 = 70{,}000 + 89.10Q$ (יציקה מדויקת). נקודת המוצא היא ההוצאות הקבועות, והשיפוע הוא העלות ליחידה.

ג. נקודות האיזון: כ-307 יחידות (עיבוד שבבי מול יציקה), כ-2020 יחידות (יציקה מול חישול), כ-641 יחידות (עיבוד שבבי מול חישול). עד כ-306 יחידות: עיבוד שבבי מלא. מ-307 עד כ-2019: יציקה מדויקת. מ-2020 ומעלה: חישול.

שאלה 9

ב. לבורג A מאמץ כניעה גבוה יותר מאשר לבורג B.

שאלה 10

ג. מאמצי מתיחה, מעיכה וגזירה בלוחות

שאלה 11

ד. המומנט המועבר לצרכן יהיה גדול מהמומנט של המנוע פי 9.

שאלה 12

ד. מאמץ הכניעה של חומר הגל חלקי המאמץ המחושב (הקיים) בגל

שאלה 13

ג. לקבלת מתיחות מוקדמת ברצועות, יידרש להפעיל כוח גבוה יותר על הגלגלון המותח ברצועה השטוחה

שאלה 14

ד. החלק יעובד בטיב שטח N9, למעט המשטחים המסומנים ב-N6 או N7.

שאלה 15

א. זו דרישת חריגות (זריקה), שמגדירה את הסטייה המותרת בסיבוב החלק ביחס לגליל ייחוס A.

שאלה 16

ב. $0.041\ \text{mm}$

שאלה 17

ג. ככל שההיגש גדול יותר, כוח החיתוך גדול יותר.

שאלה 18

ג. את הקוטר היעיל (האפקטיבי) של התבריג.

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