

תהליכי ייצור ה'

(להנדסאי מכונות)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה ארבעה פרקים ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שאלה 1 – שאלת חובה, על שאלה אחת מכל אחד מהפרקים שני עד רביעי, ועל שתי שאלות נוספות מכל פרק שתבחר. בסך-הכול עליך לענות על שש שאלות.

פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר, כתוב בכתב-יד או מודפס על נייר, כלי סרטוט, מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

1. בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את כל השאלון וודא שההנחיות בדף זה מובנות לך היטב.

2. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.

3. בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך, ופתור בעזרתו את השאלה. ציין בתשובתך את הנתון שהוספת.

4. המידות בכל האיורים בשאלון נתונים במילימטרים (מ"מ)

5. בתשובה על שאלת חישוב, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מרב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.

6. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

הוראות למשגיח:

בתום הבחינה, יש לצרף את נספחים א' וב' אל מחברת הבחינה.

בשאלון זה 15 עמודים ו-4 עמודי נספח.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

השאלות

פרק ראשון: תכנון של קביע או מתקן

ענה על שאלה 1 – שאלת חובה (20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה זו מסורטט חלק שיש לייצרו בסדרות של 500 יחידות כל אחת. בתשובתיך לשאלות שלהלן התייחס לעיבוד המשטח המלבני המסומן באיור בקו עבה. עיבוד זה הוא השלב האחרון של עיבוד החלק.

(6 נק') א. בנספח א' לשאלה זו נתונים שלושה סרטוטים של החלק: א'1, א'2 וא'3.

1. סמן בסרטוט א'1, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד תְּקַבֵּעַ את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

2. סמן בסרטוט א'2, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע**, כיצד תקבע את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידה ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

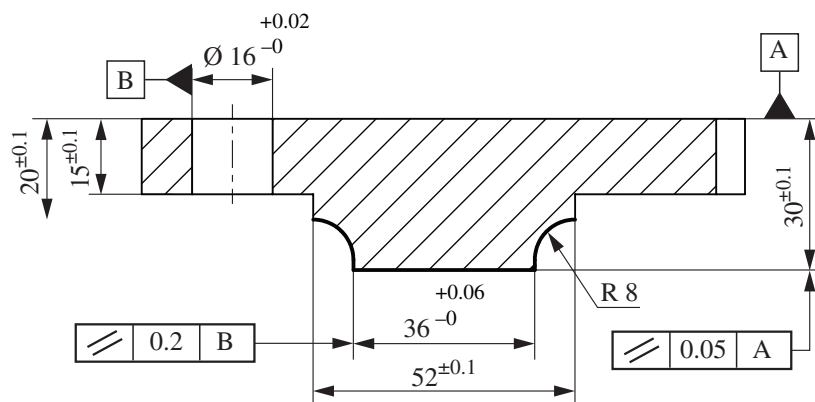
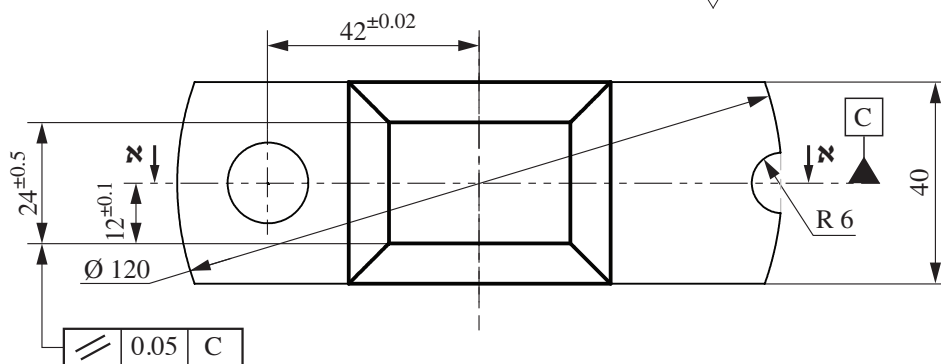
3. סמן בסרטוט א'3, בשני ההיטלים, בעזרת סימני **קיבוע** וסימני **הידוק**, כיצד תדפון את החלק כדי שיעמוד בדרישות של סבולת המידות ושל הסבולת הגיאומטרית המצוינות בסרטוט.

(14 נק') ב. תכנן מתקן לעיבוד המשטח המלבני, וסרטט אותו במחברתך.

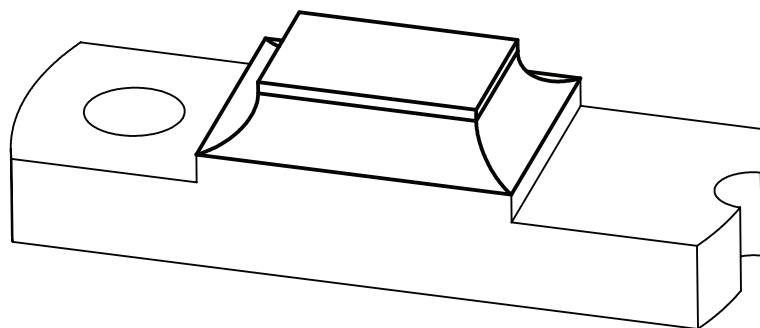
הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח א', וצרף אותו למחברתך.

סבולת כללית: ± 0.15

N8/



חתך א-א



איור לשאלה 1

בפרקים שני עד רביעי, עליך לענות על שאלה אחת מכל פרק ועל שתי שאלות נוספות, על-פי בחירתך, משלושת הפרקים האלה. סה"כ עליך לענות על חמש שאלות בחלק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

פרק שני: תכנון של תהליכי עיבוד שבבי ושל מתקני ייצור

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

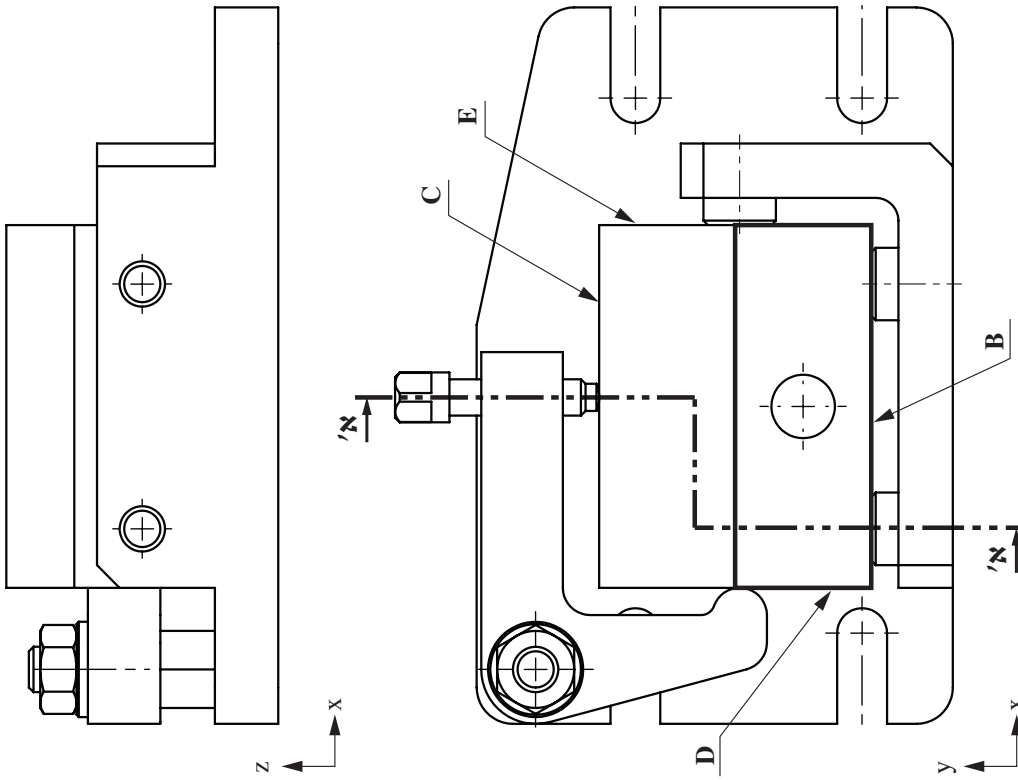
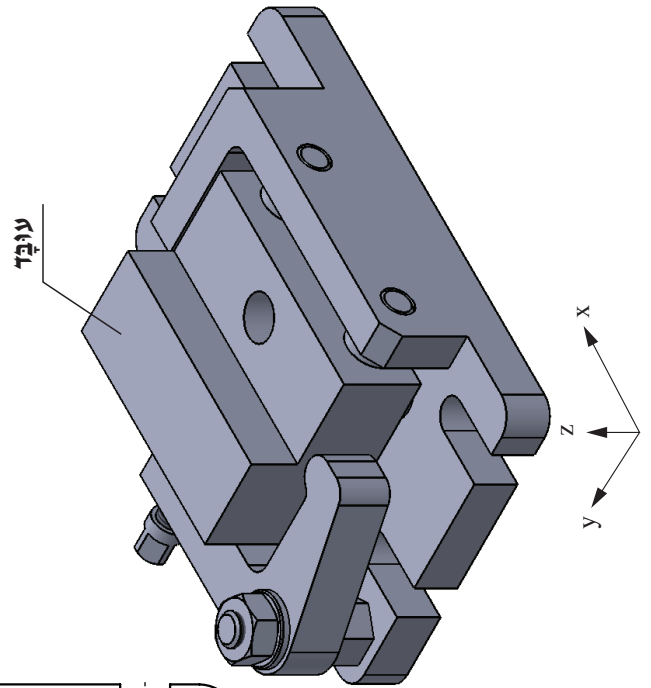
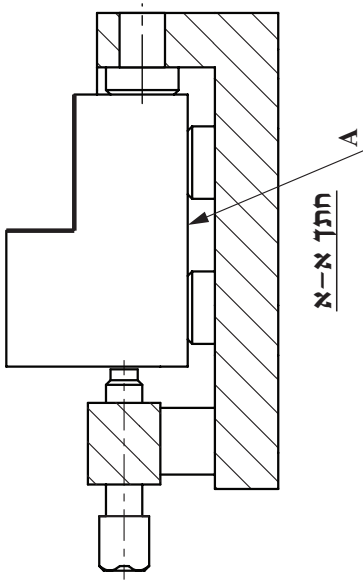
שאלה 2

באיור לשאלה זו מתואר מתקן לכפסוס מדרגה בעוֹבֵד מלבני. המדרגה מסומנת באיור בקווים עבים. המהדקים מצמידים את העוֹבֵד למתקן. מיקום העוֹבֵד מוגדר באמצעות שש דרגות חופש. בעוֹבֵד קיימים שני סוגים של משטחים: משטחי דפינה (הידוק) ומשטחי הצבה (מיקום). המשטחים מסומנים באותיות: E, D, C, B, A .

8 נק') א. קבע, עבור כל אחד מהמשטחים E, D, C, B, A , אם הוא משטח הידוק או משטח מיקום.

8 נק') ב. העתק את הטבלה הבאה למחברתך. סמן ב-✓ את דרגת החופש או דרגות החופש שמשללות ממשטחי העוֹבֵד על-ידי חלקי הכרסומת.

משטח E	משטח D	משטח C	משטח B	משטח A	משטח דרגת החופש
					1 – תנועה קווית בציר x
					2 – תנועה קווית בציר y
					3 – תנועה קווית בציר z
					4 – תנועה סיבובית סביב ציר x
					5 – תנועה סיבובית סביב ציר y
					6 – תנועה סיבובית סביב ציר z



איור לשאלה 2

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר עוֹבֵד, המהודק באמצעות בוכנה ומנופים, לצורך פְּרִסום חריץ בחלקו העליון. בטבלה שבאיור מוצגת רשימת החלקים שלו. הפְּרִסום מתבצע באמצעות פְּרִסום אצבע בקוטר 8 mm, בעל **ארבע** שיניים.

נתונים:

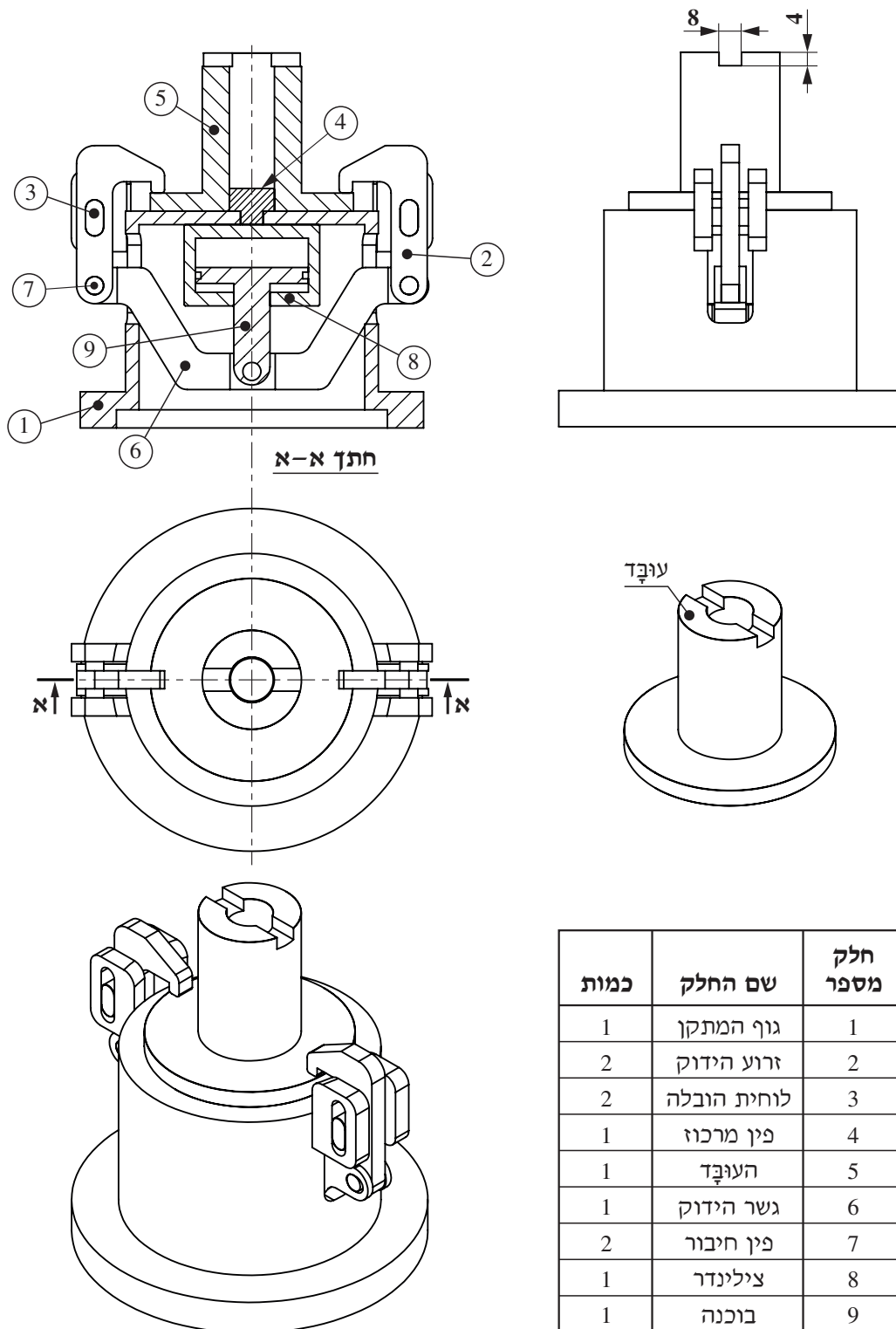
- קידמת השן: $f_z = 0.01 \frac{\text{mm}}{\text{tooth}}$
- היגש (עומק השבב): $a = 4 \text{ mm}$
- ההתנגדות הסגולית לשיבוב: $K_s = 3,000 \text{ MPa}$
- מקדם החיכוך בין החלקים ① ו-⑤: $\mu = 0.2$
- ובין החלקים ② ו-⑤:
- מקדם הבטיחות הנדרש: $S = 1.2$
- קוטר הבוכנה: $d = 50 \text{ mm}$

הזנח את המומנט הנוצר מהפרשי הגובה.

(6 נק') א. חשב את כוח השיבוב P_z .

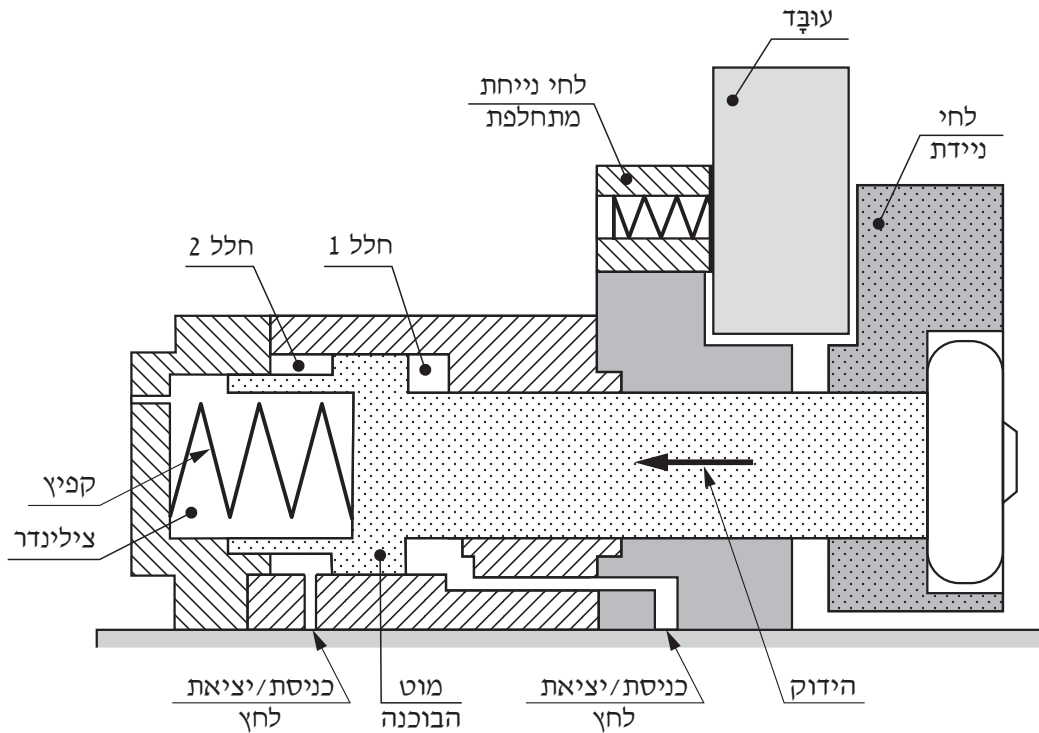
(5 נק') ב. חשב את כוח ההידוק שהבוכנה נדרשת להפעיל כדי שהעוֹבֵד לא ישתחרר. הנח שאין חיכוך בין הבוכנה לצילינדר.

(5 נק') ג. חשב את הלחץ בבוכנה.



שאלה 4

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת מלחציים בעלי הפעלה פנאומטית.



איור לשאלה 4

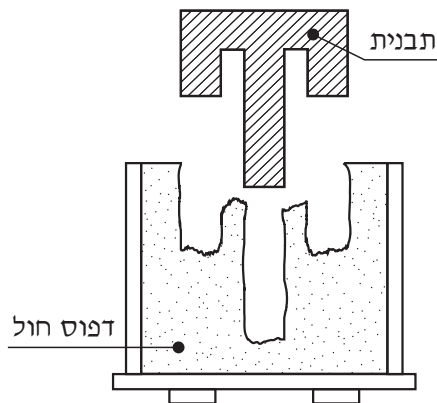
- א. (2 נק') למה משמשת הלחי הניחת?
- ב. (2 נק') למה משמשת הלחי הניידת?
- ג. (2 נק') למה משמש הקפיץ שנמצא בלחי הניחת?
- ד. (2 נק') למה משמש מוט הבוכנה?
- ה. (2 נק') למה משמש הקפיץ שנמצא משמאל לבוכנה?
- ו. (2 נק') לאיזה משני החללים, 1 או 2, יש להזרים לחץ כדי שהבוכנה תנוע שמאלה?
- ז. (2 נק') רשום את הנוסחה לחישוב כוח ההידוק, ופרט את מרכיביה. התעלם מהכוח שמפעיל הקפיץ על הבוכנה ומכוח החיכוך.
- ח. (2 נק') מה ניתן לעשות מראש כדי למנוע את שחרור העוגד אם תהיה נפילת לחץ פנאומטי?

פרק שלישי: עיבוד בלתי-שבבי

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

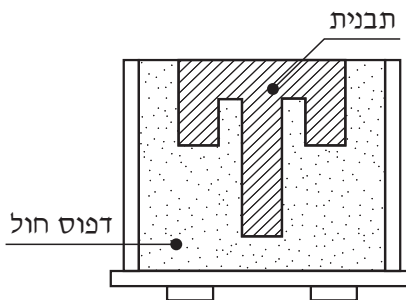
שאלה 5

- א. (4 נק') 1. מהו תפקיד השעווה בתהליך יציקת שעווה נעלמת?
(2 נק') 2. האם אפשר לעשות שימוש רב-פעמי בדפוס שמתקבל בתהליך יציקת שעווה נעלמת? נמק את תשובתך.
- ב. (12 נק') 1. מהו התפקיד העיקרי של הגלעין בתהליך יציקת חול? רשום במחברתך את התשובה הנכונה מבין האפשרויות האלה:
- לתמוך בתבנית (Pattern)
- לספק ליציקה קצבי קירור בחתכים שונים
- ליצור חורים וחללים ביציקה לאחר הסרת הגלעין
- לאפשר זרימה טובה יותר של מתכת נוזלית ביציקה
2. בתהליך יציקת חול, כיצד מסירים את הגלעין לאחר היציקה?
(2 נק') 3. באיורים לשאלה 5 מוצג דפוס ליציקת חול לפני חילוץ התבנית (איור א') ואחרי חילוץ התבנית (איור ב').



אחרי חילוץ התבנית
מדפוס החול

איור ב' לשאלה 5



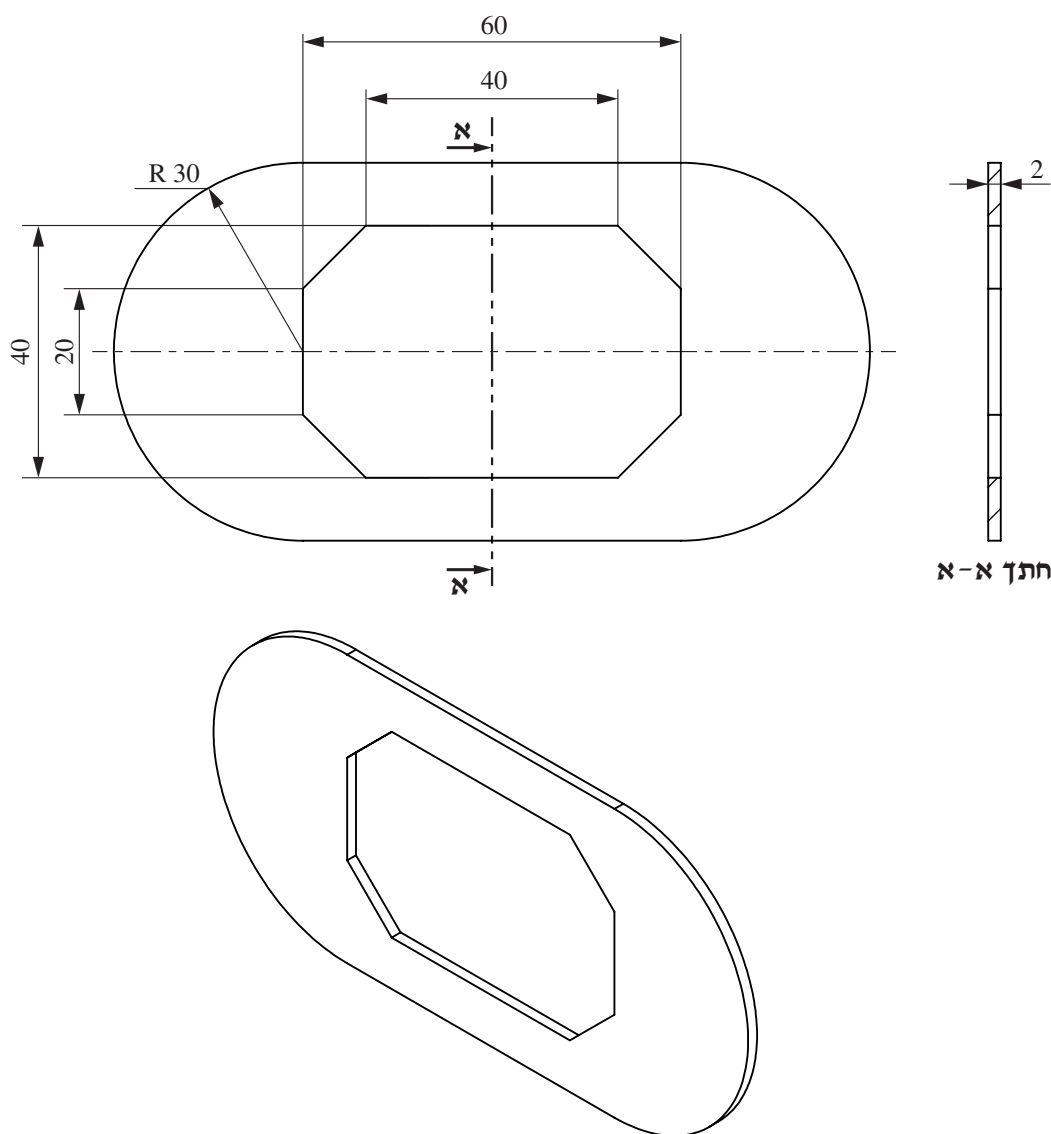
לפני חילוץ התבנית
מדפוס החול

איור א' לשאלה 5

מה צריך לשנות בגיאומטריית התבנית, כדי שחילוץ התבנית לא יפגע בדפוס החול? הסבר את תשובתך במילים או באמצעות סרטוט.

שאלה 6

באיור לשאלה זו מסורטטת לוחית המיוצרת בעזרת מבלטי גזירה. הלוחיות מיוצרות מסרט שרוחבו 60 mm ועוביו 2 mm, העשוי פלדה בעלת מאמץ גזירה: $\tau_s = 280 \text{ MPa}$. בשלב הראשון של העיבוד מנקבים את הפתח הפנימי. בשלב השני של העיבוד מפרידים בין לוחית ללוחית שאחריה בסרט, על-ידי גזירה של החלק העודף בין שתי הלוחיות העוקבות. נתון שהמקדם להבטחת הגזירה הוא $K = 1.3$. כל המידות באיור נתונות במילימטרים.



איור לשאלה 6

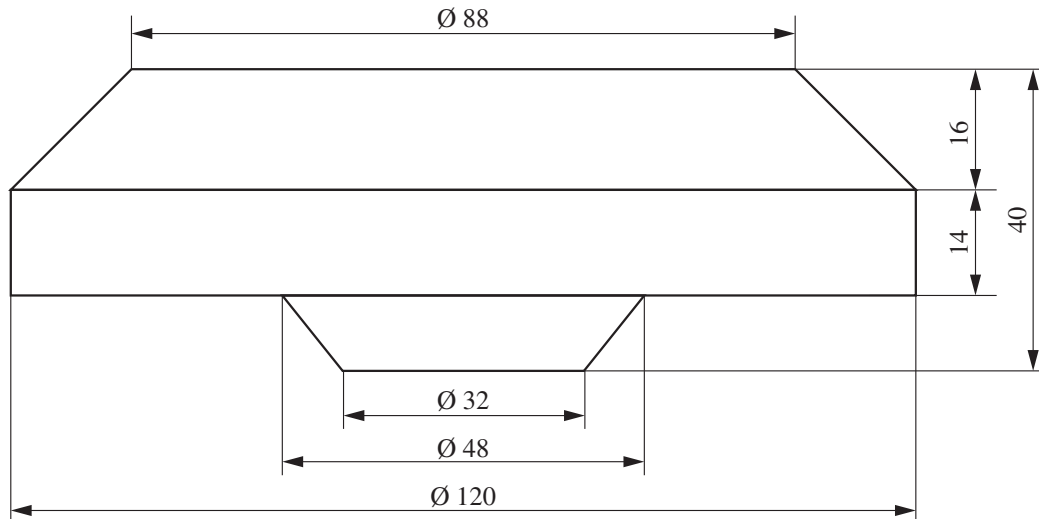
- (4 נק') א. סרטט במחברתך, ביד חופשית, היטל **פנים** של כלי הניקוב שבאמצעותו יוצרים את הפתח הפנימי של הלוחית.
- (4 נק') ב. חשב את הכוח הדרוש לניקוב הפתח הפנימי של הלוחית.

נתונים:

- מקדם לחישוב העבודה בגזירה: $\lambda = 0.45$
 - מהירות הזחלן במכבש: $v = 1.8 \frac{\text{mm}}{\text{s}}$
 - מקדם הנצילות של המכבש: $\eta = 0.7$
- (4 נק') ג. חשב את ההספק הדרוש למכבש לביצוע הניקוב של הפתח הפנימי. בטא את תשובתך ביחידות kW.
- (4 נק') ד. סרטט במחברתך, ביד חופשית, היטל **על** של המקב הדרוש להפרדה בין שתי לוחיות.

שאלה 7

באיור לשאלה זו מתואר חלק שיש לייצרו בתהליך **חישול בטבעים פתוחים**, בכמות של 12,000 יחידות. החלק מיוצר מפלדה SAE 1020.



איור לשאלה 7

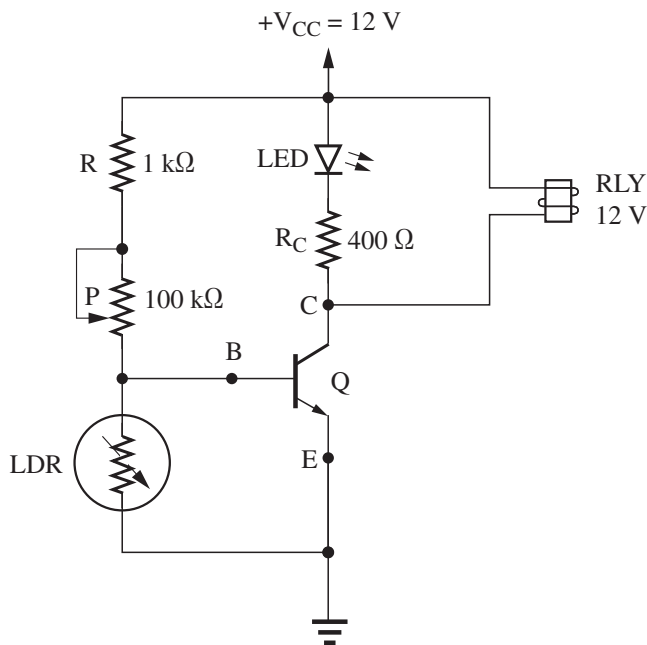
- א. (4 נק') סרטט במחברתך את החלק המתקבל לאחר פעולת החישול, כולל עודף החומר לאחר חישול, ורשום את כל המידות המגדירות את החלק. בקביעת המידות של החלק יש להתחשב בתוספת חומר של 1.5 mm לכל צד, לצורך ביצוע העיבוד השבבי.
- ב. (6 נק') חשב את הנפח של חומר הגלם הדרוש לחישול של חלק אחד. כלול בחישובך תוספת של 10% לנפח חומר הגלם, שיש להוסיף בגלל שיפועים, עודפי חומר והתחמצנות.
- ג. (6 נק') בהנחה שהחישול מתבצע בפעולה אחת:
1. (3 נק') סרטט במחברתך את מערכת הטבעים הדרושה לחישול החלק. הראה בסרטוטך את חומר הגלם שמונח בין הטבעים (לפני תחילת החישול).
 2. (3 נק') חומר הגלם הוא **גליל** שקוטרו 70 mm. חשב את אורכו של חומר הגלם הדרוש לייצור החלק.

פרק רביעי: חשמל, אלקטרוניקה ובקרה

ענה על שאלה אחת לפחות מפרק זה (לכל שאלה – 16 נקודות).

שאלה 8

באיור לשאלה זו נתון סרטוט של מעגל חשמלי להפעלת ממסר באמצעות חיישן LDR. במצב המתואר באיור, הטרנזיסטור נמצא בתחום הפעיל במצב הולכה, כך ש- $V_{BE} = 0.7 \text{ V}$.



איור לשאלה 8

הפוטנציומטר P נמצא במצב הזה: $R_P = 40 \text{ k}\Omega$.

א. (5 נק') חשב את הזרם העובר דרך הנגד R.

ב. (11 נק') הטרנזיסטור הוכנס למצב רוויה, כך ש- $V_{CE} = 0.2 \text{ V}$.

המתח על ה-LED הוא $V_{LED} = 1.5 \text{ V}$.

ה-LED נדלק כאשר הזרם העובר דרכו נמצא בתחום: $I_{LED} = 20 \text{ mA} \div 50 \text{ mA}$.

1. (5 נק') האם ה-LED דולק? נמק באמצעות חישוב. הזנה את התנגדות ה-LED.

2. (3 נק') כאשר ה-LDR מואר – התנגדותו נמוכה מאוד.

כאשר ה-LDR לא מואר – התנגדותו גבוהה מאוד.

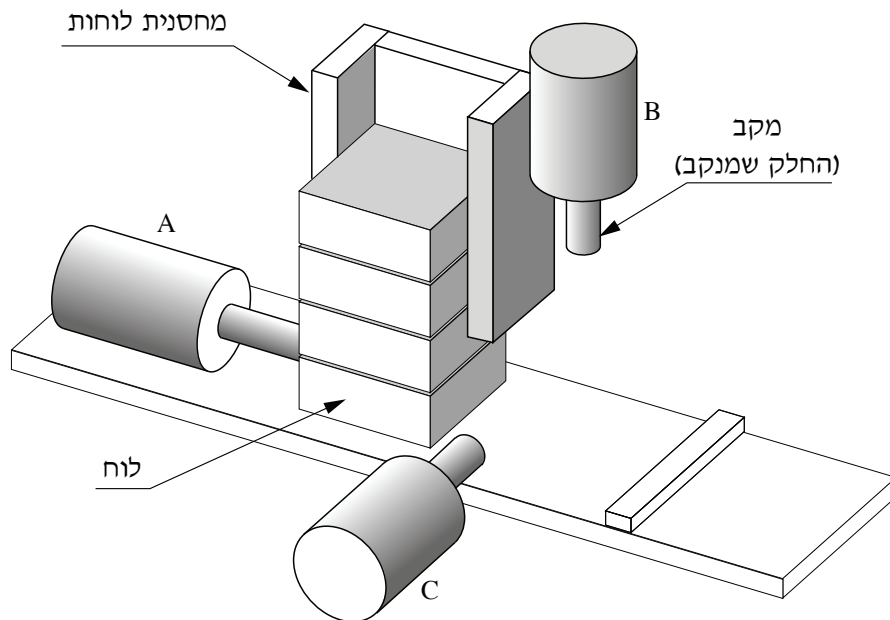
הסבר באיזה מצב תאורה של ה-LDR יופעל הממסר RLY.

3. (3 נק') הסבר מהו תפקידו של הפוטנציומטר P.

שאלה 9

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת פנאומטית הכוללת שלוש בוכנות: A, B ו-C. תפקיד המערכת הוא לנקב חורים בלוחות בעזרת מִקְב (החלק שמנוקב) המחובר לבוכנה B.

בקצוות של מהלכי הבוכנות A, B ו-C מותקנים חיישני הגבול $a_0, a_1, b_0, b_1, c_0, c_1$ בהתאמה.



איור לשאלה 9

המערכת פועלת כך:

- לוחצים על לחצן ההפעלה (PB).
- בוכנה A יוצאת ודוחפת את הלוח התחתון שבמחסנית הלוחות אל מתחת למִקְב (החלק שמנוקב), המחובר לבוכנה B.
- בוכנה B יורדת ומנקבת חור בלוח שנדחף.
- בוכנה B עולה בחזרה.
- בוכנה A חוזרת למקומה.
- בוכנה C יוצאת והודפת את הלוח המנוקב מהמערכת החוצה.
- בוכנה C חוזרת למקומה.

- (4 נק') א. רשום במחברתך את מחזור הפעולות (דיאגרמת חצים) של שלוש הבוכנות שבמערכת.
- (10 נק') ב. סרטט על גבי נספח ב' את מערך הפיקוד של המחזור שרשמת בתשובתך לסעיף א'. הפיקוד יהיה בשיטת הקסקדה.
- (2 נק') ג. באיזה מקרה יש להוסיף מנגנון השהיה למערכת הפנאומטית?

הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח ב', וצרף אותו למחברתך.

שאלה 10

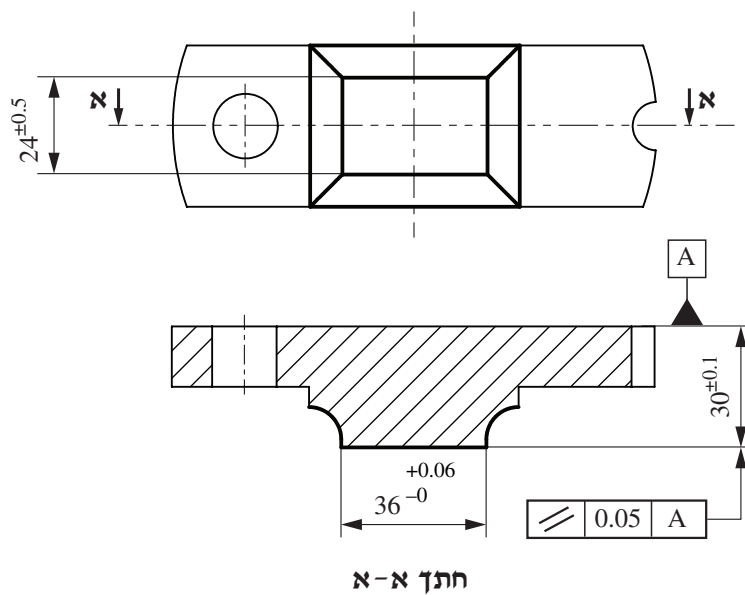
נתונה הפונקצייה:

$$f(A, B, C, D) = \Sigma(0, 1, 2, 3, 8, 10) + \Sigma_{\emptyset}(7, 11, 15)$$

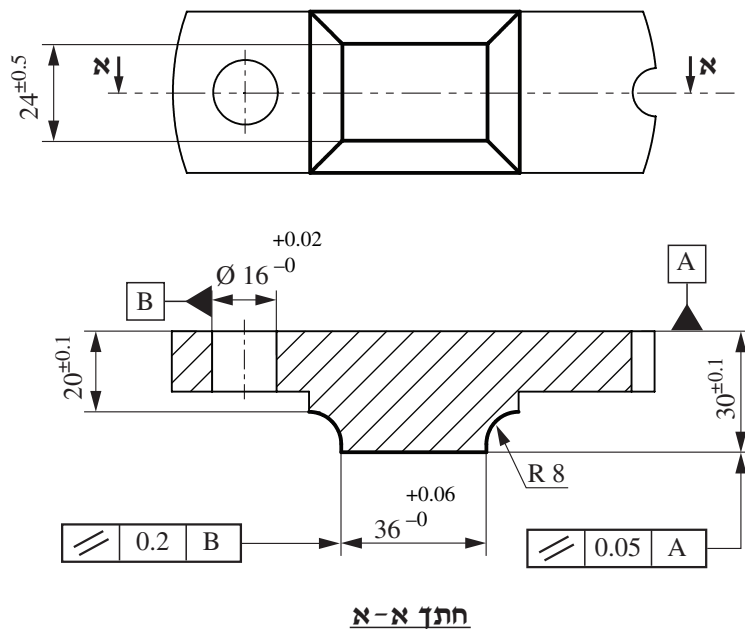
- (6 נק') א. הצג במחברתך את הפונקצייה $f(A, B, C, D)$ באמצעות מפת קרנו.
- (6 נק') ב. היעזר במפת קרנו שהכנת ורשום את הביטוי המפושט ביותר של הפונקצייה $f(A, B, C, D)$.
- (4 נק') ג. ממש את הפונקצייה f המפושטת באמצעות שערים לוגיים.

בהצלחה!

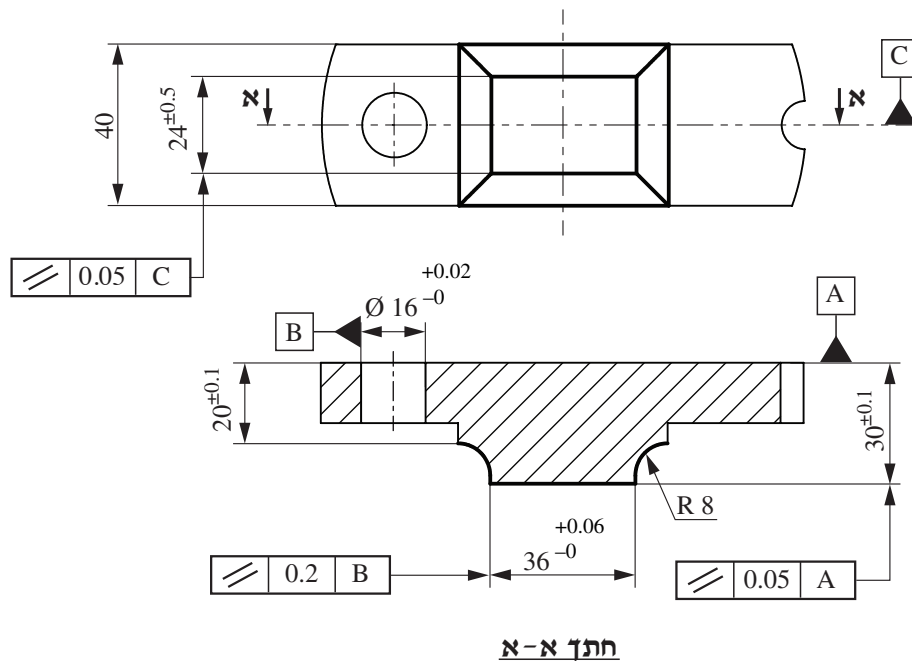
סרטוט א'1

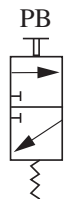
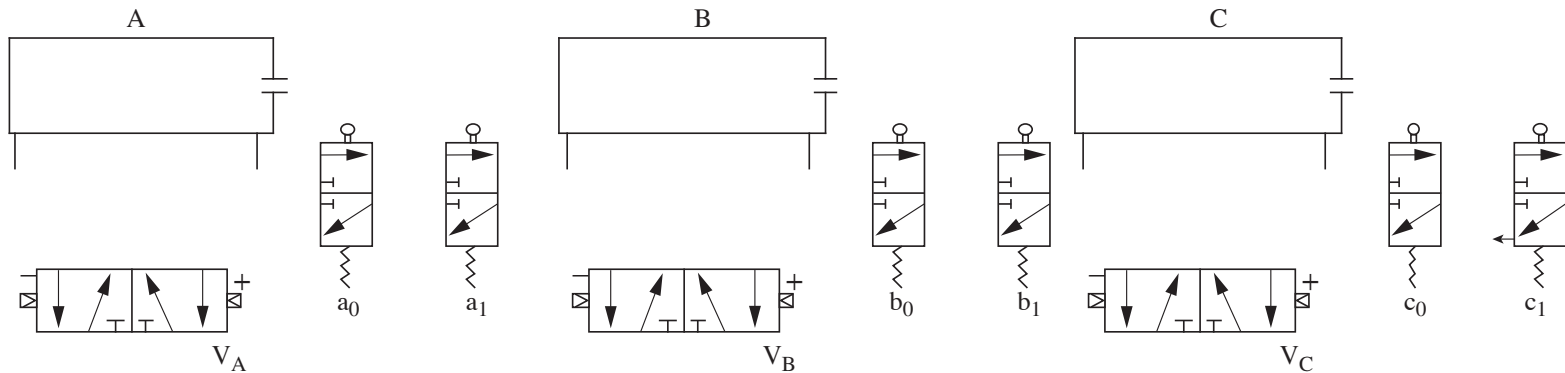


סרטוט א'2



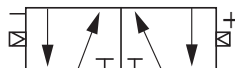
סרטוט א'3





I

II



נספח ג': מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710913, אביב תשע"ט

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
controller	Контроллер	مُتَحَكِّم	בקר
core	Стержень	نواة	גלעין
casting pattern	Литейная модель	قالب سبك	דפוס יציקה
drilling specific resistivity	Удельное сопротивление при сверлении	المقاومة النوعية للثقب	התנגדות סגולית לקידוח
insulating material	Изоляционный материал	مادة عازلة	חומר מבודד
forging	Ковка	طرق	חישול
immersion	Погружение	تغطيس	טבילה
connecting rod	Шатун	ذراع	טלטל
roller hand	Шейка прокатного валка	مِقْبَضُ المَدْلِفِن / المَدْرِفِل	יד המערוך
sand casting	Литье в земляные формы	الصب في قوالب رملية	יציקת חול
spherical cap	Полусфера	قطعة كروية	כיפה כדורית
output address	Адрес выходных сигналов	عنوان المخرج	כתובת יציאה
input address	Адрес входных сигналов	عنوان المدخل	כתובת כניסה
to mount	Зажимать	يُمسك القطعة	לְדַפֵּן
contact stress	Контактное напряжение	جهد الاتصال	מאמץ מגע
modulus of elasticity	Модуль упругости	مُعَامِل المرونة	מודול אלסטיות
delayed	Задержанный	مُعَوَّق	מושהה
reference number	Номер для ссылок	الرقم المرجعي	מספר ייחוס
rolling machine	Гибочная машина	ماكينة الدَّفْنَة / الدَّرْفَلَة	מְעַרְפֶּלֶת
roller	Прокатный валок	مَدْلِفِن / مَدْرِفِل	מערוך
coefficient of friction	Коэффициент трения	مُعَامِل الاحتكاك	מקדם חיכוך
deep stretch	Глубокая вытяжка	اتساع بالمط	מתיחה עמוקה
jig	Приспособление	جهاز	מתקן

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
tightening mark	Знак зажима	علامة الشدّ	סימן הידוק
fixation mark	Знак установки	علامة التثبيت	סימן קיבוע
rolling	Прокатка	دَلْفَنَة؛ دَرْفَلَة	ערגול
open riser	Выпор	فتحة للفائض	פתח לעודפים
sprue	Чаша	فتحة التعبئة	פתח מילוי
fixture (drilling)	Кондуктор	تثبيتة (تثقيب)	קביע (קידוח)
feed rate	Подача	تَقْدُم السكّين أثناء الخراطة	קידמה
stiffness	Жесткость	قساوة	קשיחות
key	Шпонка	إسفين / خابور	שגם