

תורת הרכב והמנוע ה'

(להנדסאי "מכונאות רכב")

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים:

פרק ראשון: תורת המנוע	40	נקודות
פרק שני: אבחון	20	נקודות
פרק שלישי: תורת הרכב	40	נקודות
סה"כ	100	נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר, ומחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את השאלון כולו וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
- ענה על השאלות על-פי הסדר הנראה לך.
- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את **מספר התשובות הנדרש בלבד**, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
- בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה. רשום בתשובתך את הנתון שהוספת.
- בתשובה לשאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
- לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 8 עמודים ו-5 עמודי נספח.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

פרק ראשון: תורת המנוע (40 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 1-3 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

(4 נק') א.

- 2 נק') 1. ציין **שתי** סיבות שבגללן חשוב לאזן חלקים מסתובבים במנוע.
- 2 נק') 2. הסבר את המושג "אי־קציבות" במנוע, וציין ממה מושפעת אי־קציבות זו.

(8 נק') ב. להלן כמה נתונים של מחזור פעולה אחד של מנוע בעל **ארבעה** צילינדרים:

- משך מחזור הפעולה: 0.04 sec
- קוטר הצילינדר: 90 mm
- מהלך הבוכנה: 85 mm
- העבודה היעילה, במחזור פעולה אחד של המנוע: 497 J

(4 נק') 1. חשב את הלחץ היעיל הממוצע במנוע.

(4 נק') 2. חשב את הספקו היעיל של המנוע.

(8 נק') ג. להלן כמה נתונים של מערכת הקירור במנוע:

- כמות החום המסולקת מהמנוע בכל שעה: $678,000 \frac{\text{kJ}}{\text{hour}}$
- אחוז החום המסולק מהמנוע: 29%
- ספיקת נוזל הקירור במערכת: $9,000 \frac{\text{kg}}{\text{hour}}$
- ההספק היעיל של המנוע: 162 kW
- קיבול החום הסגולי של המים: $4.2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$

(4 נק') 1. חשב את **ההפסד** בין טמפרטורת המים החמים היוצאים ממערכת הקירור ובין טמפרטורת

המים הקרים הנכנסים למערכת הקירור.

(4 נק') 2. חשב את הנצילות היעילה של המנוע.

שאלה 2

(8 נק') א.

1. (2 נק') ציין את שמותיהם של שני גזי הפליטה הנפלטים ממנוע בנזין בעל שריפה אידיאלית.
2. (2 נק') ציין את שמותיהם של חמשת גזי הפליטה העיקריים הנפלטים ממנוע בנזין באופן מעשי.
3. (4 נק') הסבר כיצד נוצר כל אחד מהגזים שצינת בסעיפים 1 ו-2.

(2 נק') ב. הסבר את המונח "דרגת המילוי של הצילינדר".

(4 נק') ג. להלן כמה נתונים של מנוע דיזל:

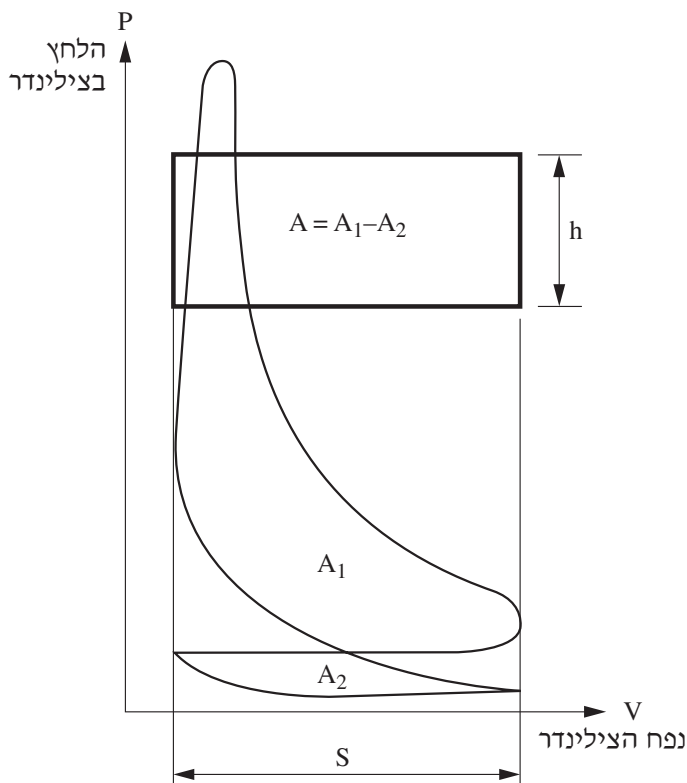
- כמות החום שהוכנסה למנוע: 2,600 kJ
- הנצילות התרמית: 36%
- חשב את כמות החום שנפלטת מהמנוע.

(6 נק') ד. להלן כמה נתונים של מנוע בנזין:

- צפיפות הדלק: $0.76 \frac{\text{kg}}{\text{liter}}$
- הערך הקלורי: $43,000 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$
- צריכת הדלק של המנוע: $11 \frac{\text{liter}}{\text{hour}}$
- הנצילות היעילה של המנוע: 35%
- 1. (3 נק') חשב את כמות החום שהמנוע מפיק.
- 2. (3 נק') חשב את ההספק היעיל של המנוע.

שאלה 3

- א. (6 נק') ציין שלוש דרכים המאפשרות ליצרנים של כלי רכב בעלי מנוע בנזין לשפר את המילוי הנפחי של הצילינדרים במנוע. הסבר את אופן הפעולה של כל אחת מהדרכים שצינת.
- ב. (6 נק') באיור לשאלה 3 מתוארת דיאגרמת לחץ-נפח ($P-V$) אינדיקטורית של מנוע בנזין הפועל במחזור ארבע פעימות. בדיאגרמה מסומנים השטחים A_1 ו- A_2 , וכן שטח המלבן A .



איור לשאלה 3

1. (2 נק') הסבר מה מייצג כל אחד מהשטחים המסומנים A_1 ו- A_2 .
2. (2 נק') הסבר מה מייצג השטח של המלבן A .
3. (2 נק') הסבר מה מייצג גובה המלבן המסומן h .

ג. (8 נק') להלן כמה נתונים של מנוע בנזין הפועל במחזור של ארבע פעימות:

- מהירות הסיבוב של המנוע: 4,250 RPM
- המומנט היעיל של המנוע: 620 Nm
- הכוח המשיקי הפועל על זרוע הארכובה: 14,600 N
- ההספק האינדיקטורי של המנוע: 327 kW

4 נק') 1. חשב את הנצילות המכנית של המנוע.

4 נק') 2. חשב את המהירות המקסימלית של הבוכנה.

פרק שני: אבחון (20 נקודות)

ענה על אחת מבין השאלות 4–5 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 4

א. (5 נק') ברכב היברידי נדלקה נורית תקלה של המערכת ההיברידית. לאחר חיבור סורק תקלות התקבל קוד התקלה הזה:

P3125 – Converter and Inverter assembly malfunction

ציין את השם העברי של הרכיב שאליו מתייחס קוד התקלה הזה.

ב. (5 נק')

2 נק') 1. ציין את שמותיהם של **ארבעת** גזי הפליטה אשר נמדדים על-ידי "מכשיר 4 גזים".

3 נק') 2. עבור כל גז שצינת, רשום אם ערכו יעלה או ירד לאחר הסרת הממיר הקטליטי.

ג. (5 נק') מסירים מהמנוע את חיישן הטמפרטורה של נוזל הקירור (חיישן NTC). הסבר איזו בדיקה יש לעשות לחיישן לאחר ההסרה.

ד. (5 נק') הסבר כיצד יושפעו מתח פריצת הניצוץ וזמן הניצוץ מהגדלת מרווח האלקטרודות במצתים. נמק את תשובתך.

שאלה 5

- (6 נק') א. מנוע דיזל מסוג "מסילה משותפת" מצויד בשסתום EGR. הסבר מדוע ערך הקריאה של חיישן MAF יורד מיד לאחר ששסתום ה-EGR נתקע במצב פתוח.
- (4 נק') ב. הסבר מדוע תקלה ברשת התקשורת CAN-bus תגרום לכך שכל נוריות החיווי בלוח השעונים יידלקו בו־זמנית.
- (5 נק') ג. בלוח מחוונים של רכב בעל מנוע בנזין נדלקה נורית MIL. לאחר חיבור סורק התקלות התקבל קוד התקלה הזה:
P0141 – O₂ sensor heater circuit malfunction (Bank 1, Sensor 2)
- (3 נק') 1. ציין את השם העברי של הרכיב שאליו מתייחס קוד התקלה הזה.
- (2 נק') 2. בהנחה שחוטי המעגל החשמלי של הרכיב שצינת בסעיף 1 תקינים, ציין את שמו של החלק שתידרש להחליף כדי לפתור את התקלה.
- (5 נק') ד. לאחר החלפת מסרק־הגה וכיוון התכנסות אופנים, נדלקה בלוח המחוונים נורית התקלה ESP. הסבר מהו התיקון הדרוש כדי לפתור את הבעיה.

פרק שלישי: תורת הרכב (40 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 6–8 (לכל שאלה – 20 נקודות)

שאלה 6

- (4 נק') א. מדוע ברכב בעל הנעה אחורית דרושה ממסרת הינע "קונית"?
- (2 נק') ב. רכב בעל ממסרת הילוכים אוטומטית, המכילה גם ממיר מומנט, מטפס במאמץ בעלייה תלולה. במצב הנסיעה הזה – ציין אם הסטטור בממיר המומנט מסתובב או נעול והסבר את הסיבה לכך.

ג. (14 נק') טנדר עמוס נוסע בעלייה. בטנדר מותקנת ממסרת הילוכים אוטומטית וממיר מומנט.

להלן כמה נתונים על מערכת העברת הכוח של הטנדר:

- מומנט המנוע: 140 Nm
- מהירות הסיבוב של המנוע: 2,300 RPM
- המומנט ביציאה מממיר המומנט (מומנט הטורבינה): 180 Nm
- מהירות הסיבוב ביציאה מממיר המומנט (מהירות הטורבינה): 1,700 RPM
- הקוטר הפעיל של הצמיגים: 80 cm
- יחס המסירה של ממסרת ההינע (המותקנת בדיפרנציאל): 3.5:1
- יחס המסירה של ממסרת ההילוכים בהילוך שלישי: 1.8:1

3) נק' 1. חשב את אחוז ההחלקה שבו פועל הממיר.

3) נק' 2. חשב את נצילות הממיר.

8) נק' 3. חשב את מהירות הנסיעה של הרכב בהילוך שלישי. רשום את תשובתך ביחידות קמ"ש.

שאלה 7

א. (4 נק')

2) נק' 1. רשום שני יתרונות שיש לקפיץ (כרית) ההידרופניאומטי לעומת הקפיצים המכניים המקובלים בכלי רכב פרטיים.

2) נק' 2. רשום שני חסרונות שיש לקפיץ (כרית) ההידרופניאומטי לעומת הקפיצים המכניים המקובלים בכלי רכב פרטיים.

ב. (6 נק') ציין שיטה אחת לשינוי קבוע הריסון של בולם זעזועים הידרולי במתלה אקטיבי ממוחשב הנפוץ ברכבים מודרניים. הסבר בקצרה את אופן הפעולה של השיטה שצינת.

ג. (2 נק')

1) נק' 1. השלם: הגדלת לחץ הניפוח בצמיגים _____ (מגדילה/מפחיתה/לא משנה) את מקדם ההתנגדות לגלגול של הצמיגים בנסיעה בכביש. רשום במחברתך את התשובה הנכונה.

1) נק' 2. השלם: הקטנת/הזנחת לחץ הניפוח בצמיגים _____ (מגדילה/מפחיתה/לא משנה) את מקדם ההתנגדות לגלגול של הצמיגים בנסיעה בכביש. רשום במחברתך את התשובה הנכונה.

ד. (8 נק') מכונית שמסתה 1,200 ק"ג נוסעת בדרך מישורית במהירות 80 קמ"ש ובולמת בלימת חירום. מרחק הבלימה (ממקום הפעלת הבלמים, ללא מרחק תגובה) שנמדד הוא 38 מטרים. חשב את אנרגיית הבלימה הכוללת ביחידות ג'אול. הנח שהבלימה מתרחשת בתאוצה קבועה.

שאלה 8

משאית דו-סרנית מורשית לשאת עומס כולל של 18 טון.

(2 נק') א. לפניך שתי פעולות בלתי תלויות זו בזו שניתן לעשות במשאית הנתונה.

1. הגדלת לחץ הניפוח בצמיגים הקדמיים;

2. הגדלת לחץ הניפוח בצמיגים האחוריים;

העתק את שתי הפעולות האלה למחברתך, ורשום ליד כל אחת מהן אם היא תורמת ל"היגוי יתר" ("על-היגוי") או ל"היגוי חסר" ("תת-היגוי"). התייחס לכל פעולה כאילו היא הפעולה **היחידה** שמתרחשת ברגע נתון.

(2 נק') ב. במשאית מותקן מעצור חנייה וחירום מסוג "מקסיברקס".

הסבר את עקרון פעולתו בזמן נסיעה ובמצב חנייה.

(2 נק') ג. מהו תחום ההתכנסות של הגלגלים המקובל במשאיות כשהוא נמדד בעצירה (בחנייה)?

רשום את תשובתך ביחידות מילימטרים.

(14 נק') ד. במשאית מותקנת מערכת היגוי הכוללת טרפז היגוי ופועלת בשיטת "אקרמן". המשאית נוסעת בעקומה.

להלן כמה נתונים על המשאית:

- רוחק הסרנים: 6.1 m

- המרחק בין שני צירי-ידות-הסרן (kingpin): 2.1 m

(7 נק') 1. חשב בכמה מעלות יפנה הגלגל הפנימי כאשר הגלגל החיצון פונה בזווית של 31° .

(7 נק') 2. במערכת העברת הכוח של המשאית ישנו מפרק שמידת אי-הקציבות שלו היא 0.15.

גל הכניסה למפרק מסתובב במהירות של 1,000 RPM.

חשב את הזווית בין הגלים.

בהצלחה!

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
uneven rotation of the crankshaft	Неравномерность вращения коленчатого вала	تفاوت دوران عمود המرفق	אי-קציבות של גל הארכובה
active safety measurements	Активные средства безопасности	تدابير السلامة النشطة	אמצעי בטיחות אקטיביים
passive safety measurements	Пассивные средства безопасности	تدابير السلامة السلبية	אמצעי בטיחות פסיביים
crank	Коленчатый рычаг	مرفق (كرنك)	ארכובה
operating cylinder	Рабочий поршень	أسطوانة التشغيل	בוכנת הפעלה
variable geometry	Изменяемая геометрия	هندسة متغيرة	גיאומטריה משתנה (טורבו)
crankshaft	Коленчатый вал	عمود المرفق	גל ארכובה
camshaft	Распределительный вал	عمود الحدبات	גל הפיקות/גל זיזים
axle drive shafts	Приводные валы	المحور المحرك (درايف شفت)	גלי סרן הינע
differential gear	Дифференциал	ترنس تفاضلي (دفرنסיאל)	דיפרנציאל
differential with limited slip	Дифференциал с ограниченным проскальзыванием	مجموعة تروس فرقية (دفرنסיال)	דיפרנציאל מוגבל החלקה
power steering	Усилитель рулевого управления	نظام التوجيه المعزز (الباور ستيرنج)	הגה-כוח
diesel fuel injection	Впрыск топлива (дизель)	حقن الديزل	הזרקת סולר
indicated power	Индикаторная мощность	القدرة البيانية (الإندكتورية)	הספק אינדיקטורי
braking power	мощность торможения	قدرة الكبح	הספק בלימה
effective power	эффективная мощность	القدرة الفعالة	הספק יעיל
power output	Эффективная мощность	قدرة المخرج	הספק מוצא
specific power output	Удельная мощность	قدرة المخرج النوعية	הספק מוצא סגולי
split brake circuits	Разделение тормозных систем	فصل دوائر الفرملة	הפרדת מעגלי בלימה
volume power	объемная мощность	القدرة الحجمية	הספק נפחי

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
toe-in	Сходимость передних колес	تقارب العجلات الأمامية	התכנסות אופניים
sensor	Датчик	مَجَسَّس	חיישן
oxygen sensor	Датчик кислорода	مَجَسَّس الأوكسجين	חיישן חמצן
fuel pressure sensor	Датчик давления топлива	مَجَسَّس الضغط والوقود	חיישן לחץ דלק
knock sensor	Датчик детонации	مَجَسَّس الطَّرْق	חיישן נקישות
connecting rod	шатун	الذراع	טלטל
gear ratio	Передаточное число	نسبة التمرير	יחס מסירה
rotation rate	Скорость вращения	وتيرة الدوران	יחס סיבוב
engine rotation rate	Скорость вращения двигателя	وتيرة دوران المُحَرِّك	יחס סיבוב של המנוע
braking force	Тормозная сила	قوة الكبح	כוח בלימה
inertial force	Сила инерции	قوة القصور الذاتي	כוח התמדה
centrifugal force	Центробежная сила	قوة الطرد عن المركز	כוח צנטריפוגלי
dashboard	Панель приборов	لوحة القيادة	לוח מחוונים
indicated pressure	Индикаторное давление	الضغط البياني (الإندكتوري)	לחץ אינדיקטורי
computer controlled	Управляемый компьютером	تحكم بواسطة الحاسوب	מבוקר מחשב
charger	компрессор	شاحن	מגדש
turbocharger	Турбокомпрессор	شاحن توربو	מגדש טורבו
angular velocity	Угловая скорость	السرعة الزاوية	מהירות זוויתית
piston stroke	ход поршня	شوط الكباس	מהלך בוכנה
braking torque	Тормозной момент	عزم الكبح	מומנט בלימה
effective torque	Эффективный момент	العزم الفعّال	מומנט יעיל
engine torque	Крутящий момент двигателя	عزم المُحَرِّك	מומנט מנוע
exhaust pollutants	загрязнители выхлопных газов	الملوثات في غاز العادم	מזהמי פליטה
cycle of four strokes	Четырехтактный цикл	دورة أربعة أشواط	מחזור של ארבע פעימות

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
diagnostics computer	Диагностический компьютер	كمبيوتر تشخيص	מחשב דיאגנוסטיקה
coal bin/canister	Адсорбер (угольная канистра)	علبة الكربون	מכל פחם
torque converter	Гидротрансформатор	مُحوّل العزم	ממיר מומנט
rack and pinion	Реечная передача	نظام التوجيه (المقود) من نوع "مشط مُسنّن وبنیون"	ממסרת היגוי מסוג "סבבת ומוט משונן"
continuous variable transmission	Непрерывная коробка передач	ناقل غيار مُستمر	ממסרת הילוכים רציפה
bevel gear drive	Трансмиссия	مجموعة نقل القدرة	ממסרת הינע
internal combustion engine	Двигатель внутреннего сгорания	مُحرّك الاحتراق الداخلي	מנוע שריפה פנימית
bearing	Подшипник	محمل انزلاقيّ أسطوانيّ (كرسيّ)	מסב (קסווה)
common rail	Диагностический сканер	المساق المشترك للديزل	מסילה משותפת
engine mass	Масса двигателя	وزن المحرّك	מסת מנוע
retarder	Тормозной механизм	آليّة الكبح (الفرملة)	מנגנון האטה/מאט
particles filter	фильтр твердых частиц	فلتر الجسيمات الدقيقة	מסנן חלקיקים
steering rack	Рулевая рейка	الجريدة المُسنّنة	מסרק הגה
air brake	воздушный тормоз	كابح هوائيّ / بريكات هواء	מעצור אוויר
piston displacement	Дубликатор поршня	ناقل المكبس (يستون)	מעetek בוכנה
metal hinge	металлический шарнир	مفصل معدنيّ (حامل)	מפרק מתכתי רגיל
one way roller	Односторонняя муфта	خَطّاف / مُشْبّاث	מצבט חד-כיווני
fuel pump	Топливный насос	مضخة الوقود	משאבת דלק
ignition switch	Замок зажигания	مفتاح التشغيل	מתג התנעה
input voltage	входное напряжение	فلطية / فولتية الدخل	מתח הזנה
suspension	Подвеска	نظام التعليق	מתלה
tire pressure monitoring	Мониторинг давления шин	رصد مراقبة ضغوط التضخم	ניטור לחצי ניפוח
top dead point	Верхняя мертвая точка	النقطة الميتة العليا	נמ"ע (נקודה מתה עליונה)

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
bottom dead point	Нижняя мертвая точка	النقطة الميتة السفلى	נמ"ת (נקודה מתה תחתונה)
effective efficiency	Эффективность/ КПД (коэффициент полезного действия)	الكفاءة الفعالة	נצילות יעילה
mechanical efficiency	Механический КПД	الكفاءة الميكانيكية	נצילות מכנית
disconnection	разрыв цепи	فصل كهربائي	נתק חשמלי
gear/pinion	малая коническая шестерня	ترس البنيون	סבבת
scanner	Поиск неисправностей	ماسح تشخيص الأعطال	סורק תקלות
drive axle	приводная ось	مِحْوَر الحركة / الإدارة	סרן הינע
rigid axle	Жесткая ось	المِحوَر الصلب	סרן קשיח
corona	большая коническая шестерня	ترس التاج	עטרה
digital communication channel	Цифровой канал связи	محطة اتصال رقميّة	ערוץ תקשורת דיגיטלי
calorific value	Теплотворная способность	القيمة الحرارية (السعريّة)	ערך קלורי
king pin	Ось поворота управляемого колеса	المسمار الرئيسيّ لمحوّر دوران العجلة	ציר־יד־הסרן
diagonal tire	Диагональная шина	إطار ذو طيّات مائلة	צמיג במבנה דיאגונלי
radial tire	Радиальная шина	إطار ذو طيّات قطريّة	צמיג במבנה רדיאלי
viscosity	Вязкость	لزوجة	צמיגות
fuel density	Плотность топлива	كثافة الوقود	צפיפות הדלק
overall fuel consumption	Общее потребление топлива	استهلاك الوقود الكلّي	צריכת דלק כוללת
krake calipers	тормозные суппорты	فكّ الكابح (كليبّر)	קליפרים (אוכפים)
tire rolling radius	Эффективный радиус колеса	نصف القطر الفعّال للإطار	רדיוס פעיל של צמיג
load/vortical	Вертикальная реакция	ردّ الفعل العموديّ	ריאקציה אנכית
hybrid vehicle	Гибридный автомобиль	سيّارة هجينة	רכב היברידי

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
series hybrid vehicle	последовательный гибридный автомобиль	سيّارة هجينة على التوالي	רכב היברידי טורי
parallel hybrid vehicle	параллельный гибридный автомобиль	سيّارة هجينة على التوازي	רכב היברידי מקבילי
SUV– sport utility vehicle	внедорожник	سيّارات الدّفع الرباعيّ	רכב שטח
pads (brakes)	Тормозные колодки	منصّات (الفرامل)	רפידות (בלמים)
inclination	Наклон	زاوية المَيل (انحراف / انحدار)	שיפוע
exhaust valve	Выпускной клапан	صمّام العادم	שסתום הפליטה
pressure relief valve	Клапан сброса давления	صمّام تخفيف الضغط	שסתום פורק לחץ
diagnostic connector	Диагностический разъем	موصل التشخيص	שקע אבחון
acceleration of the piston	Ускорение поршня	تسارع المكبس	תאוצת בוכנה
specific fuel consumption	Удельный расход топлива	استهلاك الوقود النوعي	תצרוכת דלק סגולית
Euro standard	Евро стандарт	معيّار اليورو	תקן יורו
communication between computers	Межкомпьютерная связь	الاتّصال بين أجهزة الكمبيوتر	תקשורת בין מחשבים