الباب الخامس
5

حسابات محركات الاحتراق الداخلي

CALCULATION IN INTERNAL
COMBUSTION ENGINES

obeikandl.com

تمهيد

يتناول هذا الباب جميع الحسابات الخاصة بمحركات الاحتراق الداخلي ، حيث عرض الشرح التفصيلي ومعدلات كل من .. الحجم الشوطى (الإزاحة) . نسبة الإنضغاط وحيز الإنضغاط – الهواء للازم للاحتراق والكفاية الحجمية للمحرك (درجة الامتلاء) . ضغط الغاز ومتوسط الضغط الناشئ عند الاحتراق . القوة المؤثرة على الكباس . قدرة المحرك وكفايته . قدرة المحرك وعزم دورانه . قدرة ومقاومة السير .

كما يتعرض لحسابات التزليق بالزيت مثل .. مقدار التغذية وكمية الزيت في المحرك . مساحة التزليق . حساب الكمية الكلية المستهلكة من الزيت .. مع ذكر العديد من الأمثلة المحلولة ، و تمارين على كل منها.

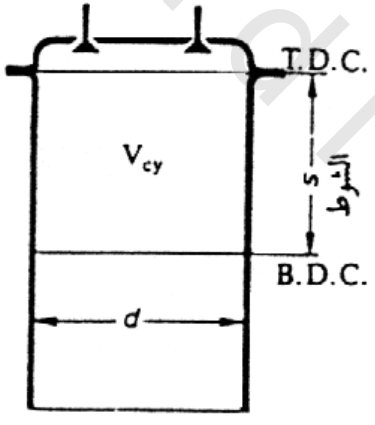
obeikandl.com

حساب الحجم الشوطي

(الإزاحة)

يطلق على الحيز المحدود بين النقطة الميتة العليا TDC والنقطة الميتة السفلي BDC للكباس باسم الحجم الشوطي (الإزاحة) V_{cy} شكل 5 – 1 ، ويعرف من العلاقة التالية :–

$$V_{cy} = A..S = \frac{d^2 . \Pi}{4} . S$$



شكل 5 – 1
الحيز الشـوطي

حيث V_{cy} ... حجم الشوط للأسطوانة الواحدة (Cm^3)

d ... قطر الاسطوانة (Cm)

oberikandi.com

S ... طول الشوط (Cm)

A ... مساحة سطح الكباس (Cm^2)

ويتم حساب حجم الشوط الكلى لمحرك يحتوى على عدد من الاسطوانات z من الصيغة الرياضية التالية :-

$$V_s = A.S.Z = \frac{d^2.\Pi}{4} .S.Z$$

حيث Vs..... حجم الشوط الكلى للمحرك (Cm^3) $V_s = V_{cy} . z$

Z ... عدد الاسطوانات

حساب نسبة الانضغاط وحيز الانضغاط :

حساب نسبة الانضغاط هي ناتج قسمة الحجم الكلى ($V_{cy} + V$) على حيز الانضغاط (Vc) ، وتوضع قيمة حيز الانضغاط عادة مساوية للواحد الصحيح ، ويرمز لنسبة الأنضغاط بالرمز (E) حرف يوناني ينطق إبسيلون (EPSILON) ، وإذا أرادنا انطلاقا من الحجم الشوطي حساب حجم حيث الإنضغاط الذي لا يمكن تحديد حجمه إلا عن طريق المعايرة المتربة بسبب شكله المعقد . فإننا نقسم الحجم الشوطي على عدد أجزائه المشتركة في الحيز الكلى.

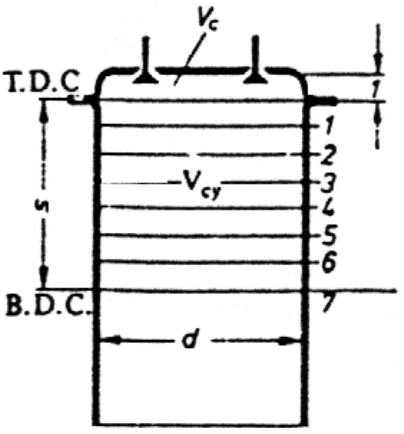
يوضح شكل 5 – 2 أجزاء الحجم الكلى وهو يتكون من الآتي :-

خمسة أجزاء لحجم الشوط ..... V_{cy} .. أى يساوي

جزء واحد يمثل حجم الانضغاط Vc

ستة أجزاء تمثل الحجم الكلي ..... V_s

obeikandl.com



شكل 5 – 2
الحجم الكلي

يضغط هذا الحجم الكلى إلى حجم واحد يساوى حجم الإنضغاط كما هو موضح بالمعادلات الآتية:-

$$F = \frac{V_{cy} + V_c}{V_c}$$

$$V_c = \frac{V_{cy}}{E - 1}$$

$$V_{cy} = V_C \cdot (F-1)$$

وبوضع ..... $V_{cn}\ldots.max = V_{cy} + V_c$

$$V_{cn}.min = V_C$$

نحصل على ..... $E = \frac{V_{cn.max}}{V_{cn.min}}$

حيث E ... نسبة الانضغاط

V_{cy} ... حجم الشوط (Cm^3)

obeikandl.com

... حجم حيز الانضغاط (Cm^3)

Vcn,max ... الحجم الأقصى لحيز الاحتراق (Cm^3) عندما الكباس في النقطة الميته السفلي BDC.

Vcn,min ... الحجم الصغر لحيز الاحتراق (Cm^3) عندما يكون الكباس في النقطة الميته العليا TDC.

السرعة المتوسطة والسرعة القصوى للكباس :

تتغير سرعة الكباس داخل الاسطوانة مع طول الشوط S شكل 5 – 3 ، ويعتمد على نوع المحرك وسرعة دورانه π ، وعلاوة على هذا تتغير قيمة السرعة أثناء دورة شغل واحدة وتتراوح بين الصفر وسرعة قصوى.

تستخدم السرعة المتوسطة للكباس V_m كأساس فى الحساب، ويجب أن تزيد قيمتها عن 14m/s لأنها تؤثر فى عمر المحرك.

$$V_m \frac{2.S.n}{60}$$

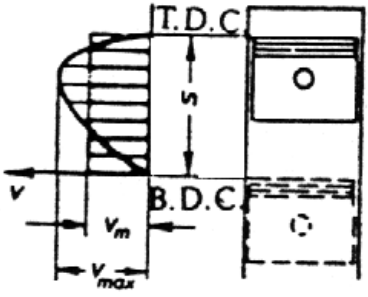
$$vmax \approx 1.6\ vm$$

حيث Vm ... السرعة المتوسطة للكباس (m/s)

Vmax ... السرعة القصوى للكباس (m/s)

S ... طول الشوط (M)

N ... سرعة دوران المحرك (r.p.m).

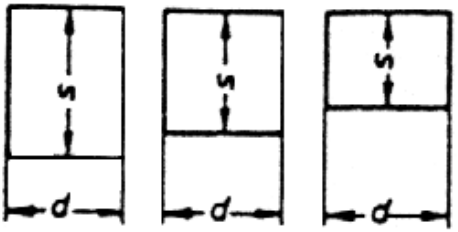


شكل 5 – 3
السرعة المتوسطة السرعة القصوى للكباس

النسبة الشوطية:

obeikandi.com

النسبة الشوطية تعنى حساب نسبة طول الشوط إلى القطر .. (Stroke bore ratio) شكل 5 – 4 .



شوط طويل	شوط متوسط	شوط قصير
K > 1	K = 1	K < 1

شكل 5 – 4
النسبة الشوطية

$$k = \frac{s}{d}$$

$$\therefore \quad d = \frac{s}{k} \;.\; s = d.k$$

حيث k ... نسبة طول الشوط إلى قطر الاسطوانة

S ... طول الشوط mm

d ... قطر الأسطوانة.

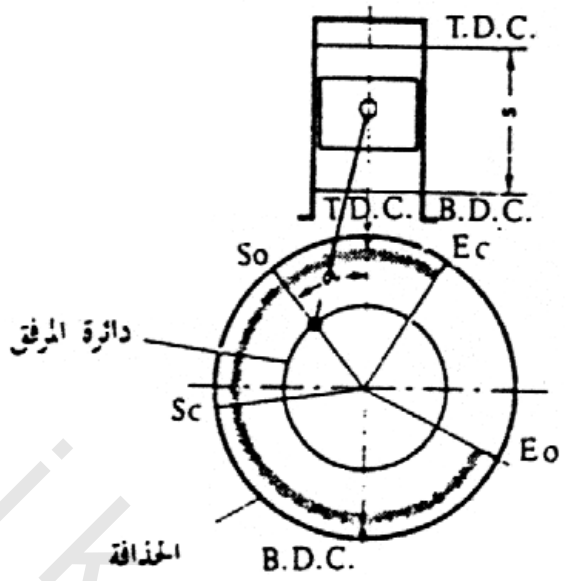
ملاحظة :

تتراوح قيمة k ما بين 0.6 . 1.5

المخطط البياني لتوقيت الصمامات :

تسجل النقط واللحظات التي تفتح عندها الصمامات والفتحات أو تغلق، كذلك توقيت الاشتعال أو الحقن بزوايا دوران عمود المرفق a شكل 5 – 5 ، ويمكن من هذه الزوايا حساب طول الأقواس La لكل قطر حذافة d ، وتكون نقطة البداية هي النقطة الميتة العليا T.D.C والنقطة الميتة السفلي B.D.C.

obeikandl.com



شكل 5 – 5
المخطط البياني لتوقيت الصمامات

$$a = \frac{la \,.\, 360}{d \,.\, \Pi}$$

$$La = \frac{a \,.\, d \,.\, \Pi}{360}$$

$$d = \frac{La \,.\, 360}{a \,.\, \Pi}$$

$$t = \frac{a \,.\, 60}{n \,.\, 360}$$

حيث a ... زاوية عمود المرفق

la ... طول القوس للزاوية (mm)

obeikandl.com

d ... قطر الحدافة (mm)

t ... الزمن (s)

n ... سرعة دوران المحرك (r.p.m)

so ... فتح صمام السحب (Inlet Opens)

sc ... غلق صمام السحب (Exhast Closes)

Eo ... فتح صمام العادم (Exhaust Open s)

Ec ... غلق صمام العادم (Exhaust closes)

IG ... نقطة الاشتعال (Ignition Timing)

In ... نقطة الحقن (Injection timing)

N ... التراكب بالدرجات (Overlap)

لاحظ أن التراكب n يكافئ طول القوس من لحظة So حتى Ec وذلك على محيط الحدافة .

الهواء اللازم للاحتراق والكفاية الحجمية للمحرك (درجة الامتلاء) :

يحتاج الوقود إلى كمية محددة من الهواء لكي يتم احتراقه احتراقاً كاملا ، حيث يحصل على أقل استهلاك للوقود عند نسبة هواء زائد تبلغ 10% ، وتبلغ أكبر قدرة للمحرك عند نسبة الهواء الناقص إلى ما بين 5% . 10% (قياساً بكمية الهواء النظري المطلوب لاحتراق الوقود احتراقا كاملاً).

كثافة الهواء ..... Q = 1.29 kg/m3

لا يستطيع الكباس طرد الغازات المحترقة بكاملها من داخل الأسطوانة ، بل يتبقى دواماً جزء منها يحول دون امتلاء الأسطوانة بالمزيج المناسب من الوقود والهواء ، وتعرف الكفاية الحجمية للمحرك بأنها النسبة بين كمية الخليط الغازي الجديد الممتص الجديد إلى الكمية النظرية للشحنة.

جدول 5 – 1 يوضح نوع الوقود والكثافة والهواء اللازم لإحتراق الوقود.

$$\lambda t = \frac{ma}{mth.1}$$

حيث λt ... الكفاية الحجمية.

Ma ... كمية الخليط الغازى (الحر) الممتص (Kg)

Mth.1 ... كمية الخليط الغازي النظرية التي تملأ حجم الشوط (Kg)

$$m_a = \lambda t . m_{th} . 1$$

جدول 5 – 1

نوع الوقود والكثافة والهواء اللازم لإحتراق الوقود

نوع الوقود	الكثافة (kg/l)	الهواء اللازم للاحتراق هواء/وقود (m^3 /kg) (kg/kg)	
البنزين	0.75	14.8	11.5
البنزين الممتاز (السوبر)	0.78	14.2	11.0
الديزل	0.84	14.5	11.2
خليط	0.80	14.0	10.8

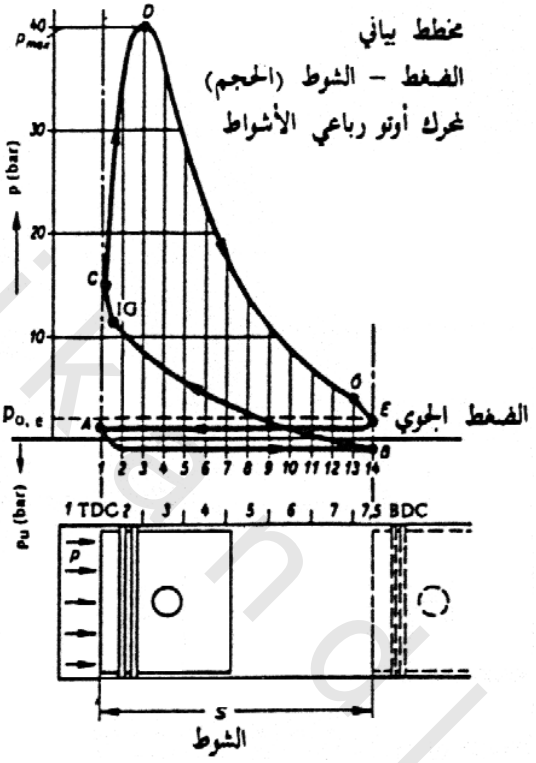
ضغط الغاز (P) :

يقاس ضغط الغاز P داخل حيز الاحتراق بوحدة bar ويتغير هذا الضغط الموضح بشكل 5 – 6 مع الأشواط المختلف، فأثناء عملية سحب خليط الهواء والوقود إلى داخل الأسطوانة يؤثر ضغط ناقص قيمته Pu (المنحنى AB). ويرتفع الضغط تدريجيا ببطء أثناء شوط الانضغاط حتى يصل الكباس إلى نقطة الاشتعال IG حيث يرتفع الضغط فجأة وبمعدل سريع بعد نقطة الاشتعال ويصل إلى الضغط الأقصى Pmax وذلك بعد النقطة الميتة TDC بوقت قصير ويمثل ذلك بالخط المنحنى BCD. ويتبع هذا تناقص سريع ثم تدريجي في الضغط إلى القيمة Po.c أي (DOE) ، ويتم أثناء شوط العادم طرد غازات الاحتراق عند ضغط أكبر من الضغط الجوى بقدر ضئيل وهو ممثل بالمنحنى (EA).

يتم فى حالة تشغيل المحرك تسجيل المنحنى البياني لمنحنى الضغط مع الشوط

obeikandl.com

(الحجم بواسطة المبين الذي يسجل على ورقة البيان الملتفة حول أسطوانة تغير الضغط مع الشوط الحجم). كذلك يمكن تسجيل منحنى الضغط مع الشوط (الحجم) باستخدام جهاز الأوسليوغراف (مرسمه الذبذبات).



شكل 5 – 6
المخطط البياني لمنحنى لمشوار الضغط

متوسط الضغط الفعال الناشئ عن الاحتراق:

(MEP = Mean effective Pressure)

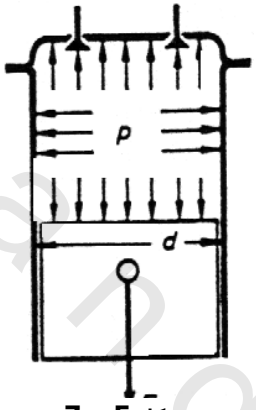
نظراً الاستمرار تغير الضغط داخل أسطوانة المحرك أثناء شوط الشغل بين القيمة Pmax ، Po.c حسب موقع الكباس، يستخدم عملياً ضغط يتراوح بين القيمتين ويعرف باسم متوسط الضغط البياني للكباس Pi ، ويمكن استنتاج هذا الضغط في الأسطوانة المعنية بجمع عدد n من الضغوط في الرسم البياني لمواقع مختلفة للكباس (مثلا 14 ...

1. قارن المنحنى البياني للضغط– الشوط) ثم يقسم المجموع على عدد n

$$P_1 = \frac{p_1+P_2+P_3.....+P_h}{n}$$

القوة المؤثرة على الكباس:

يؤثر ضغط الغازات داخل حيز الاحتراق في جميع الاتجاهات بنفس الدرجة ، ومن ثم فإنه يؤثر كذلك على سطح الكباس ، ويمكن حساب القوة التي تؤثر على سطح الكباس عند كل ضغط مؤثر داخل الحيز الموضح بشكل 5 – 7 .



شكل 5 – 7
تأثير ضغط الغازات داخل حيز الاحتراق

$F = A.P$ ..... $Fi = A.Pi$

$$\eta_m = \frac{peff}{pi}$$

$Feff = A.Peff$

حيث P ... الضغط .. (bar)

P max ... ضغط الاحتراق الأقصى .. (bar)

obeikandl.com

Peff ... متوسط الضغط الفعال للكباس .. (bar)

Pi ... متوسط الضغط البياني للكباس .. (bar)

Pc ... الضغط النهائي للإنضغاط .. (bar)

A ... مساحة سطح الكباس .. (Cm^2)

d ... قطر الكباس .. (Cm)

F ... القوة المؤثرة على سطح الكباس .. (N)

$1bar = 1 \ \frac{daN}{cm^2} = 10\frac{N}{cm^2}$

10N = 1daN

أمثلة وتمارين على حساب الحجم الشوطي :

مثال :

محرك ذو أربع اسطوانات، قطر كل اسطوانة d = 82 mm وطول الشوط S = 80mm . أحسب الأتي :-

(أ) مساحة مقطع الأسطوانة A

(ب) الحجم الشوطي للأسطوانة الواحدة V_{cy}

(ج) الحجم الشوطي الكلي للمحرك Vs

المعطيات : d = 82 mm ، L 80 mm = 4,5 = z

المطلوب :

(أ) $A = ? \ cm^2$

(ب) $V_{cy} = ? \ cm^3$

(ج) $Vs = ? \ cm^3$

الحل :

(أ) $A = \frac{d^2.\Pi}{4} = \frac{(8.2cm)^2.\Pi}{4} = 52.81 \ cm^2$

obeikandi.com

(ب) $Vcy = A.s = 52.81\ cm^2 . 8Cm = 422.48\ cm^3$

(ج) $Vs = Vcy.z = 422.48\ cm^3 .4 = 1689.9\ Cm^3$

تمارين

1. أحسب الحجم الشوطي الكلى بوحدة Cm^3 لمحرك ذو أربع أسطوانات إذا كانت قطر الأسطوانة 86 mm وطول الشوط 79 mm ؟
2. (أ) أحسب الحجم الشوطي الكلى لمحركات السيارات المدونة أبعادها في الجدول التالي :-

(ب) كم تبلغ نسب أبعاد طول الشوط الى قطر الأسطوانة ؟

مواصفات المحرك	أ	ب	ج	د	هـ	و
عدد الأسطوانات	4	8	12	1	6	3
القطر (mm)	52	73	92	40	130	115
طول الشوط (mm)	67	118	100	39	170	140

3. كم يبلغ الحجم الشوطى لمحرك ثنائي الأشواط ذو أسطوانة واحدة إذا كان قطر الأسطوانة 62 mm وطول الشوط 54 mm ؟
4. محرك ذو ست أسطوانات قطر كل منها 58 mm ، الحجم الشوطي الكلى هو 1.490 . أحسب طول الشوط بوحدة mm.
5. كم يبلغ القطر الداخلي لكل اسطوانة خاصة بمحرك ذو 12 اسطوانة إذا كان الحجم الشوطي الكلى يساوى $2562.5\ cm^2$ وطول الشوط 58.8 mm.
6. يبلغ الحجم الشوطي الكلى لمحرك سيارة ذو أسطوانتين $0.750\ Cm^3$. أحسب قطر الأسطوانة إذا كان طول الشوط 88 mm .

أمثلة وتمارين على حساب نسبة الانضغاط:

مثال:

يبلغ الحجم الشوطي الكلى لمحرك ذو أربع اسطوانات $Vs = 1488\ cm^3$ وحجم

حيز الانضغاط $Vc = 62cm^3$. كم يبلغ نسبة الأنضغاط لهذا المحرك ؟

المعطيات: $Vc = 62\ cm^3$, $Vs = 1488\ cm^3$

المطلوب: نسبة الانضغاط.

الحل :

$$V_{cy} = \frac{V_s}{z} = \frac{1488cm^3}{4} = 372cm^3$$

$$S = \frac{V_{cy}+V_c}{V_c} = \frac{372cm^3+62cm^3}{62cm^3} = \frac{434cm^3}{62cm^3} = \frac{7}{1} = 7:1 = 7$$

1- يبلغ الحجم الشوطى الكلى لمحرك ذي أسطوانة واحدة خاص بدراجة نارية 125 Cm^3 . إحسب حجم حيز الانضغاط Vc إذا كانت نسبة الإنضغاط 1 : 6 ؟

2- محرك ذو أسطوانتين يبلغ حجم شوطه الكلى 688 Cm^3 ونسبة إنضغاطه 6.3 : 1 . أوجد الآتي :-

(أ) كم يبلغ حجم حيز الانضغاط ؟

(ب) كم يبلغ الحجم الأقصى لحيز الاحتراق ؟

3 – محرك ذو أربع اسطوانات يبلغ حجم شوطه الكلى $Vs = 760\ cm^3$ ونسبة الانضغاط 6.7:1 ، وجد بالمعايرة المترية بواسطة الزيت أن حجم الأنضغاط يساوى 33 cm3 . حدد صحة نسبة الانضغاط ؟

4 – محرك سيارة ذو أربع اسطوانات، يبلغ قطر كل اسطوانة 80 mm وطول الشوط 82 mm . احسب حجم حيز الانضغاط إذا كانت نسبة الانضغاط تبلغ : 6.1 : 1 ؟

5 – يبلغ الحجم الكلى لأحد اسطوانات سيارة شاحنة صغيرة $288\ cm^3$ وحيز الانضغاط $51.5cm^3$. إحسب نسبة انضغاط محرك السيارة ؟

6 – وجد بالمعايرة اللترية أن حجم حيز الانضغاط لمحرك شاحنة يبلغ $49cm^3$. فإذا بلغ الحجم الشوطى الكلى للمحرك $7.1131cm^3$.أوجد الآتي:-

(أ) نسبة إنضغاط المحرك.

(ب) الحيز الأقصى لحيز الاحتراق.

7 – .يبلغ حجم حيز الأنضغاط لأسطوانة محرك $29\ cm^3$ ونسبة الانضغاط : 6.5 1 . أوجد الحجم الشوطى ؟

8 – يبلغ قطر اسطوانة محرك 68 mm وطول شوطها 72 mm ونسبة الأنضغاط 1 : 5.8 ، فإذا تم تجليخ الأسطوانة من الداخل وأصبح قطرها الداخلي 69.5 mm . أوجد الآتي :-

(أ) الحجم الشوطى وحيز الأنضغاط قبل عملية التجليخ.

(ب) الحجم الشوطى بعد عملية التجليخ.

(ج) نسبة الانضغاط بعد التجليخ.

9 – نقص حيز الاحتراق الخاص بمحرك والذي يبلغ $23.5cm^3$ بمقدار $2\ cm^3$ نتيجة لترسب كربون الزيت على جدرانه، فإذا كان الحجم الشوطى الكلى للمحرك ذو الأربع اسطوانات $1767cm^3$. أوجد الآتي:-

(أ) نسبة الانضغاط في المحرك قبل ترسب كربون الزيت.

(ب) نسبة الانضغاط في المحرك المحتوي علي كربون الزيت.

10– يبلغ الحجم الشوطي الكلي لمحرك ذو أربع أسطوانات $1697cm^3$ والقطر الداخلي لكل اسطوانة 73.5 mm ونسبة انضغاطة 1 : 6.5 ، ثم استبدلت كباسات المحرك بكباسات أخرى جديدة أطول من الكباسات القديمة بمقدار 2 mm . أوجد الأتي :-

(أ) حجم حيز الانضغاط قبل عملية الاستبدال.

(ب) النقص في حيز الانضغاط بوحدة cm^3 نتيجة لعملية الاستبدال.

(ج) نسبة الانضغاط الجديدة .

openkanal.com

أمثلة وتمارين علي السرعة المتوسطة للكباس :

مثـال:

يبلغ سرعة دوران محرك بنزين 4000 r.p.m وطول شوطة 76 mm . أوجد الأتي:-

(أ) لسرعة المتوسطة للكباس.

(ب) السرعة القصوى للكباس.

المعطيات : S = 76 mm , n = 4000 r.p.m

المطلوب : (أ) V m = ? M/s

(ب) V max = ? M/s

الحـل :

$$Vm = \frac{2.s.n}{60} = \frac{2.0.076m.4000r.p.m}{60s/min} = 10.13m/s$$

$V\ max \approx 1.6.Vm = 1.6 \times 10.13.m/s = 16.2\ m/s$

تمارين :

1- أوجد السرعة المتوسطة للكباس محرك شاحنة ، إذا كانت سرعة دوران المحرك 2800 r.p.m وطول الشوط 105 mm ؟

2- حدد القيم الناقصة في جدول 5 – 1 التالي :-

جدول 5 – 1

محرك	أ	ب	ج	د	هـ
سرعة دوران المحرك (r.p.m)	5000	.....	5700	.....	12000
طول الشوط (mm)	66.8	1600	.....	80	45
السرعة المتوسطة للكباس (m/s)	.....	180	.....	12.5	.....
السرعة القصوى للكباس (m/s)	.....	.....	12.54	.....	.....

obeikandl.com

3- ترتفع سرعة دوران محرك أثناء تسجيل أرقام سرعته القياسية إلي 16000 r.p.m . احسب سرعة كباسه المتوسط في هذه الحالة إذا كان طول الشوط يساوي 39 mm ؟

4- إحسب بوحدة km/h السرعة التي تماثل سرعة الكباس المتوسط لمحرك شوطه 96 mm وسرعة دورانة n = 4000 r.p.m ؟

5. شوطه 96 mm وسرعة دورانة n = 4000 r.p.m ؟

6. محرك طول شوطة 125mm وسرعة دوارنة 1800 r.p.m . أوجد الأتي:-

(أ) السرعة لكباس المتوسط بوحدة m / s.

(ب) المسافة التي يقطعها الكباس أثناء رحلة طولها 280 km بسرعة 55 km/h.

7. محرك سيارة بياناته كما يلي :-

قطر الاسطوانة 82 mm ، طول الشوط 66 mm وعدد الاسطوانات 4 اسطوانات ، سرعة الدوران 4400 r.p.m . أوجد الأتي :-

(أ) الحجم الشوطي الكلي v_s باللتر

(ب) سرعة الكباس المتوسطة m/s.

أمثلة و تمارين علي حساب نسبة طول الشوط إلي قطر الاسطوانة :

مثـال :

يبلغ قطر اسطوانة محرك بسيارة ركوب 89 mm وطول مشواره هو 71mm. أوجد نسبة طول الشوط إلي قطر الاسطوانة ؟

المعطيات : S = 71mm ، d = 89mm

المطلوب : k = ?

الحـل :

obeikandi.com

$$k = \frac{s}{d} = \frac{71mm}{89mm} = o.79 < 1$$

وهذا يعني أن الشوط قصير

تمارين :

1- إذا كان قطر اسطوانة محرك دراجة نارية 94 mm وطول مشواره هو 70. 6 mm . أوجد نسبة طول الشوط إلي قطر الاسطوانة ؟

2- تبلغ نسبة طول الشوط إلي القطر في محرك شاحنة 1.24 وطول مشواره هو 155 mm أوجد قطر اسطوانة المحرك ؟

3- محرك سيارة قطره 80 mm ونسبة طول الشوط إلي القطر 0.6875 . أوجد قطر اسطوانة المحرك ؟

أمثلة وتمارين علي المنحنى البياني لتوقيت الصمامات :

مثـال:

يفتح صمام السحب so عند 39° قبل T.D.C (النقطة الميتة العليا)

يغلق صمام السحب SC عند 99° بعد B.D.C (النقطة الميتة السفلي)

يفتح صمام العادم EO عند 56° قبل B.D.C.

يغلق صمام العادم EC عند 45° بعد T.D.C .

قطر الدافة 300mm وسرعة دوران المحرك 5400 r.p.m .

والمطلوب الأتي :-

(أ) زوايا الفتح لصمامات السحب والعادم asv ، Aev

(ب) زوايا التراكب بالدرجات.

(ج) طول القوس من لحظة فتح صمام السحب so إلي لحظة اغلاقة sc مقاسا علي محيط الحدافة.

obeikandi.com

(د) الزمن الذي يظل فيه صمام العادم مفتوحاً.

الحل :

$a_{sv} = 39^o + 180^o + 93^o = 312^o$ ..... (أ)

$a_{EV} = 65^O + 180^O + 45^O = 290^O$

زاوية التراكب n $= 45^O + 39^o = 84^o$ .....(ب)

طول القوس la $= \frac{a.d.\Pi}{360} = \frac{312^o.300mm.\Pi}{360} = 816.8mm$ .....(ج)

الزمن t $= \frac{a.60}{n.360^o} = \frac{290^o.60s/\min}{4500r.p.m.360^o} = 0.0089s$ ..... (د)

تمارين :

1- يفتح صمام السحب الخاص بمحرك قبل T.D.C (النقطة الميتة العليا) بمقدار 6^O. فإذا كان قطر الحدافة الخاصة بالمحرك يساوي 350mm. أوجد المسافة بوحدة mm بين العلامتين SO ، T.D.C علي محيط الحدافة ؟

2- ما هي المسافة بين العلامتين SO ، T.D.C والمسافة بين العلامتين B.D .C SC. علي محيط حدافة يبلغ قطرها 300 mm علما بأن صمام السحب يفتح عند 22^o قبل T.D.C ويغلق عند 67^O بعد B.D.C ؟

3- يفتح صمام العادم عند المسافة 143.5 mm قبل B.D.C ويغلق عند 72mm بعد T.D.C . حدد زوايا عمود المرفق بالدرجات عند فتح وغلق الصمامات إذا كان قطر الحدافة 253.7mm ؟

4- سيارة قطر حدافتها 273.mm . فإذا كان توقيت صماماتها كالتالي :-

- يفتح صمام السحب (so) عند 17^o قبل T.D.C
- يغلق صمام السحب (sc) عند 52^o بعد B.D.C
- يفتح صمام العادم (EO) عند 52^o قبل B.D.C
- يغلق صمام العادم (EC) عند 17^o بعد T.D.C

obeikandl.com

أوجد أطوال الأقواس المناظرة علي الحدافة لزمن توقيت كل هذه الصمامات.

5- أحسب توقيت الصمامات بالدرجات من أطوال الأقواس التالية إذا علمت أن قطر الحدافة 300mm ، ثم ارسم المخطط البياني لحركة الصمامات.

- يفتح صمام السحب (so) عند 37.7mm قبل T.D.C
- يغلق صمام السحب (sc) عند 151mm بعد B.D.C
- يفتح صمام العادم (EO) عند 151mm قبل B.D.C
- يغلق صمام العادم (EC) عند 60.4 mm بعد T.D.C

6- تقع نقطة الحقن لمحرك ديزل عند 41^{o} قبل T.D.C . أوجد المسافة المماثلة علي محيط حدافة بوحدة mm إذا كان قطرها 460mm .

7- من المعطيات التالية :-

- صمام السحب (so) عند 16.4 mmقبل T.D.C
- صمام السحب (sc) عند 90 mm بعد B.D.C
- صمام العادم (EO) عند 98 mm قبل B.D.C
- صمام العادم (EC) عند 6.1mm بعد T.D.C
- توقيت الاشتعال عند 10mm قبل T.D.C
- قطر الحدافة 235mm

أوجد الأتي :-

(أ) تحديد توقيت الصمامات بالدرجات لزوايا عمود المرفق.

(ب) حساب عدد الدرجات لزوايا عمود المرفق التي تظل أثنائها صمامات المحرك مفتوحة.

(ج) ارسم المخطط البياني لتوقيت الصمامات وبين علية الأشواط المختلفة.

8- يفتح صمام السحب الخاص بمحرك ذو حدافة قطرها 271mm عند 11.9 mm قبل T.D.C . ويغلق عند 92.5 mm بعد B.D.C ... استنتج الآتي :-

obeikandi.com

(أ) زوايا ضبط عمود المرفق بالدرجات لفتح وغلق الصمامات.

(ب)عدد دراجات التي يظل خلالها الصمام مفتوحا.

(ج) عدد الثواني التي تستغرقها عملية السحب إذا كانت n= 3200 r.p.m

(د) النسبة المئوية التي يستغرقها زمن السحب من الزمن الكلي للأشواط الأربعة.

أمثلة وتمارين علي حساب الهواء اللازم للاحتراق والكفاية الحجمية :

مثـال:

كم m^3 من الهواء تحتاجها سيارة لقطع مسافة 100km إذا كان متوسط استهلاكها للوقود 8.51 / 100 km ؟

(كثافة البنزين 0.71 kg/L ، نسبة الهواء الزائدة 10%)

الحل :-

كتلة البنزين ..... m = v.Q = 8.5/.0.71 kg/l = 6.035kg

lkg بنزين يحتاج إلي.. $11.6\ m^3 + 10\% = 11.6\ m^3 + 1.16\ m^3 = 12.67\ m^3$

6.035 بنزين تحتاج إلي هواء ..... $6.035 \times 12.76\ m^3 = 76.996\ m^3$ kg

تمارين :

1- احسب كمية الهواء اللازمة لقطع مسافة 750 km بمتوسط استهلاك لوقود الديزل يبلغ 5.4110/0 kg ، علما بان كثافة الوقود 0.84 kgil ، نسبة الهواء الناقص 2 % ؟

2- ما هي كمية الهواء اللازمة لقطع مسافة 100 km بالمركبات التالية :-

(أ) سيارة تستهلك وقود البنزين بمتوسط استهلاك يبلغ 11 L / 100km ، علما بأن كثافة البنزين 0.74 kg / L .

(ب) دراجة نارية تستخدم خليط من الوقود والزيت بمتوسط استهلاك يبلغ 2.9 L /100 Km علما بأن كثافة الخليط 0.80kg / L .

obeikandl.com

(ج) شاحنة تستخدم وقود الديزل بمتوسط استهلاك يبلغ25.2L/100km ، علما بأن كثافة وقود الديزل0.84kg/L ، ونسبة الهواء الزائد6%.

3- تقطع سيارة مسافة 390km باستهلاك سعة خزانها من الوقود البالغ 35L . فإذا علم أن المكربن الخاص بالمحرك يحصل علي هواء زائد بنسبة 7% ، وأن كثافة البنزين 0.74 Kg/L .. أوجد الأتي :-

(أ) استهلاك الوقود باللتر لمسافة 100km

(ب) كمية الهواء المستخدمة بوحدة m^3 لمسافة 100km .

4- تقطع شاحنة مسافة 250km في 6h يستهلك خلالها محرك السيارة (الذي يبلغ قدرته 78kw) 77.5 من وقود الديزل ذي كثافة 0.86kg/L وذلك باستعمال هواء زائد بنسبة 9% .. أوجد الأتي :-

(أ) السرعة المتوسطة بوحدة km/h.

(ب) متوسط الاستهلاك بوحدة L/100km .

(ج) معدل الاستهلاك النوعي بوحدة g/kwh.

(د) كمية الهواء المسحوبة في الساعة.

5- كم لتر من خليط هواء الوقود يسحبها ثنائي الأشواط ذو اسطوانتين ، علما بأن الكفاية الحجمية λ_1 = 0.5 ، ونسبة قطر الاسطوانة إلي الشوط هي : 68mm ؟ 61mm

6- احسب الكفاية الحجمية لمحرك ديزل ثنائي الأشواط ذو اسطوانة واحدة قدرته 11kw وسرعة دورانة 1500 r.p.m واستهلاكه النوعي للوقود 265g/ kwh ، النسبة بين قطر أسطوانته إلي طول شوطه 130mm . 120mm.

7- ما هو الحجم الشوطي الكلي لمحرك ديزل ثنائي الأشواط ذو اسطوانتين قدرته 18kw وكفايته الحجمية 0.83 واستهلاكه النوعي للوقود 340g / kwh وذلك باستعمال هواء زائد بنسبة 10 % ، n = 1550 r.p.m.

obeikandi.com

8- شاحنة تقطع مسافة 260km في 4h يستهلك خلالها المحرك (الذي قدرته 73kw) 29L/100km من وقود الديزل ذي كثافة 0.86kg/ d m^3 وذلك باستعمال هواء زائد بنسبة 9% . أحسب الأتي :-

(أ) الاستهلاك الكلي باللتر وبالكيلو جرام.

(ب) معدل استهلاك الوقود بوحدة km/h

(ج) معدل استهلاك الوقود بوحدة g/k wh.

(د) كمية الهواء المسحوبة في الساعة .

أمثلة وتمارين علي القوى المؤثرة علي الكباس :

مثـال:

تم إعادة خراطة السطح الداخلي لاسطوانة محرك بنزين ليصبح القطر الداخلي للاسطوانة 82mm بدلا من 80mm . أوجد القوى المؤثرة علي الكباس قبل وبعد عملية الخراطة إذا كان الضغط الأقصى للاحتراق 42bar ، ثم احسب النسبة المئوية للزيادة ؟

الحـل :

d_1 = 8.0 cm

d_2 = 8.2 cm

A_1 = 50.27 Cm^2

A_2 = 52.81 Cm^2

$$F_1=A_1.P = 50.27Cm^2.42bar = 5027.42\frac{daN}{cm^2} = 21113.4N$$

مقدار الزيادة = ... $F_2=A_2.P = 52.81Cm^2.420\frac{N}{cm^2} = 22180.2N$

النسبة المئوية للزيادة =..... $\frac{1066.8N.100\%}{21113.4N}$ = 5%

تمارين

obeikandl.com

1. أوجد القوة المؤثرة على الكباس F max إذا كان قطره 68mm والضغط الأقصى للاحتراق P max = 39 bar (27.5 bar) ؟
2. أوجد متوسط القوة المؤثرة على الكباس وقوة دفع الغازات عبر صمام العادم إذا كان قطر الكباس 68mm أو 80mm أو 75mm ، علما بأن P1 = 6.5bar , Pexh = 1.3 bar .
3. إذا كان القطر الداخلي لأسطوانة محرك 105mm (d=72.5mm).

أوجد الأتي :-

(أ) القوة القصوى المؤثرة على الكباس F max عند ضغط P max = 35bar

(ب) أدنى قوة عند P axh = 2.7bar

(ج) القوة المتوسطة على الكباس عند P1=7.2 bar.

4. ما هي القوة المؤثرة على الكباس واللازمة لرفع ضغط الغاز إلى 8bar علما بأن قطر الكباس 76mm ؟
5. إذا كانت القوة القصوى المؤثرة على الكباس الخاص بأحد المحركات F = 19.6KN max وقطر اسطوانة المحرك هو 74mm . أوجد ضغط الاحتراق P max المناظر ؟
6. أوجد ضغط الاحتراق المؤثرة على كباس مساحة مقطعة 46.57cm2 إذا كانت القوة المؤثرة على الكباس تساوى 25.8 KN ؟
7. يبلغ الضغط الأقصى لمحرك ديزل يستخدم شاحن هواء بواسطة غازات العادم 115 bar . أوجد الزيادة المئوية في القوة المؤثرة علي سطح كباس المحرك عند خراطة القطر الداخلي لأسطوانة المحرك من 125 mm إلى 128 mm ؟
8. يبلغ قيمة الضغط في نهاية شوط الأنضغاط لمحرك ديزل 46 bar فإذا كان القطر الداخلي لاسطوانة المحرك 130mm . أوجد القوة المؤثرة على سطح الكباس ؟

obeikandl.com

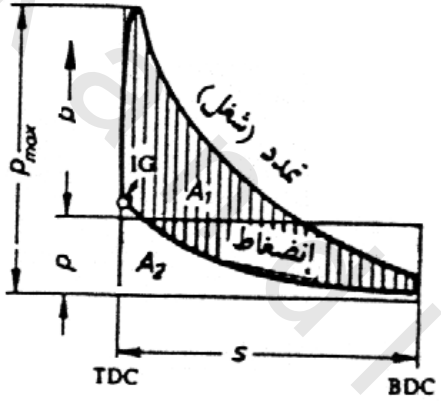
قدرة المحرك

Motor Power

قدرة المحركات رباعية وثنائية الأشواط :

يمثل الرسم البياني الموضح بشكل 5 – 8 علاقة الضغط (الشوط داخل الأسطوانة أثناء شوطي الضغط والتمدد) ، وإذا تخيلنا مساحة A2 تساوى نفس مساحة A1 فإن ارتفاع هذا المستطيل سوف يمثل متوسط الضغط الفعال البياني P1 ، الذي يمكن عن طريقة حساب القدرة البيانية P1 للمحرك وذلك باستخدام الصيغة الرياضية التالية :–

$$P = F \cdot V$$



شكل 5 – 8

رسم بياني يمثل الضغط داخل الأسطوانة أثناء شوطي الضغط والتمدد

حيث P ... قدرة المحرك

F ... القوة المؤثرة علي الكباس

V ... سرعة الكباس المتوسطة

قدرة المحرك = القوة المؤثرة علي الكباس × سرعة الكباس المتوسطة

$$Pi = \mathrm{Fi} \cdot \mathrm{V_m}$$

$$v_m = \frac{2.s.n}{60}$$

obeikandl.com

حيث $F\,i = A.P_I$

$$P\,i = A\,P\,i\,\frac{2.S.n}{60}$$

ونظراً لأن شوط التمدد يتكرر كل أربعة أشواط في المحرك رباعي الأشواط فإن الصيغة الرياضية تكون كما يلي :-

$$P_I = A\,P\,\frac{2\,.\,S\,.\,n}{60\,.\,4}$$

وفى حالة المحرك المتعدد الأسطوانات تستخدم الصيغة التالية:-

$$P_I = A\,Pi.\,Z.\,\frac{2\,.S.\,n}{60}$$

وباستخدام العلاقتين الآتيتين :-

Vs = Vcy.z = A.S.Z , Vcy = A.s

نحصل على الصيغة التالية لحساب القدرة البيانية للمحرك :-

في حالة المحرك رباعي الأشواط $\Longleftarrow$ $\boxed{P_1 = \frac{V_S.P_1.n}{1200}}$

في حالة المحرك ثنائي الأشواط $\Longleftarrow$ $\boxed{P_1 = \frac{V_S.P_1.n}{600}}$

وبالتعويض بالمعادلتين السابقتين نحصل على العلاقة التالية:-

$F_1 = A\,.\,P1$

حيث A ... بوحدة Cm^2

P1 ... بوحدة N/cm^2

ويمكن الحصول على الصيغتين التاليتين :-

فى حالة المحرك رباعي الأشواط $\Longleftarrow$ $p_1 = \frac{F_I.vm\,.Z}{4000}$

obeikandl.com

في حالة المحرك ثنائي الأشواط $\Longleftarrow$ $p_1 = \frac{F_I . vm . Z}{2000}$

حيث تعوض الرموز بالوحدات التالية :-

Vs ... الحجم الشوطي الكلى للمحرك .. L

N ... سرعة دوران المحرك .. r.p.m

Pi ... القدرة البيانية .. kw

Pi ... متوسط الضغط الفعال البياني .. bar

Fi ... القوة البيانية المؤثرة على الكباس .. N

Vm ... السرعة المتوسطة للكباس .. m/s

Z ... عدد الأسطوانات

A ... مساحة مقطع الكباس .. Cm^2.

الكفاية : Efficiency

يحتاج كل محرك إلى جزء من الطاقة التي يولدها لكي يدير بها أجزاء الإدارة المرفقة ولكي يتغلب على الاحتكاك فيها ، كذلك لادارة الأجزاء المساعدة مثل المولد والمروحة ومضخة المياه ومضخة الحقن وموزع الشر والضاغط ..... الخ.

لذلك فإن الطاقة المستفادة التي يعطيها المحرك للحدافة تكون أقل من الطاقة التي يأخذها المحرك نفسه (المتولدة عند الكباس).

ويمكن إيجاد الكفاية الميكانيكية الكلية من المعادلات التالية :-

$$\eta_{mt} = \frac{p_{eff}}{p_1}$$

$$p_1 = \frac{p_{eff}}{\eta_{mt}}$$

$$p_{eff} = \eta_{mt} . p_1$$

ملاحظة هامة:

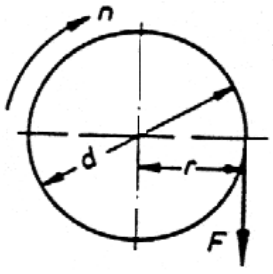
لاحظ أن الكفاية الكلية η_{mt} تكون دائما أقل من 1.

obeikandl.com

قدرة المحرك وعزم دورانه

تتبع القوة المؤثرة F مساراً يقع على محيط دائرة أثناء الحركة الدائرية شكل 5 – 9 ، لذلك فإننا نعوض عن حساب القدرة من الصيغة الرياضية .. (P = F . V) عن السرعة بمقدار السرعة المحيطة وهى كالآتي :-

V = d. Π .n/60



شكل 5 – 9

رسم تخطيطي يمثل قدرة المحرك وعزم دورانه

وتقسم القدرة على 100 عند تحويلها من W إلى KW حيث .. (1 KW = 100W)

$$P = F.V = F.\frac{d.\Pi.n}{60x100} = \frac{f.2.r.\Pi.n}{60.100}$$

$$= \frac{F.\ r\ .\ n}{\frac{60\ .\ 100}{2\quad \Pi}}$$

$$\boxed{P_{eff} = \frac{M.n}{9550}}$$

$$\boxed{\therefore M = \frac{9550.P_{eff}}{\eta}}$$

obeikandl.com

حيث P_{eff} ..... القدرة الفرملية الفعالة (KW)

M ..... عزم الدوران (Nm)

N ..... سرعة الدوران (r.p.m)

ويرتبط كل من عزم الدوران والقدرة الفرملية الفعالة ببعضها البعض ، فكلما أمكن قياس عزم الدوران باستخدام الفرملة مثل فرملة برونى ، أو دينامومتر يعمل باحتكاك السوائل أو بواسطة فرملة كهربائية ، فإنه يمكن حساب القدرة الفرميلة وعزم الدوران بعد تحديد قوة التحميل F وسرعة الدوران n أثناء إجراء الاختبار على المحرك.

قدرة ومقاومة السير

تحسب قدرة سير محرك السيارة التي يسير بسرعة منتظمة على النحو التالى:-

$$P_1 = \frac{f_1 . V}{100 . \eta Dr}$$

$$F_1 = F_R + F_a + F_s$$

حيث P_1 ..... القدرة المبذولة في مقاومة الحركة (kw)

F_1 ..... المقاومة الكلية للحركة (N)

V ..... سرعة السيارة (m/s)

η Dr ..... الكفاية الكلية لأجزاء إدارة السيارة لتتراوح ما بين 0.75 – 0.9

F_R ..... مقاومة التدحرج (N)

Fa ..... مقاومة الهواء (N)

Fs ..... مقاومة الصعود (N)

مقاومة التدحرج (F_R) :

$$F_R = G. . \mu_r$$

حيث F_R ..... معامل التدحرج (N)

μ_r ..... معامل الأحتكاك التدحرجى

obeikandl.com

G ..... قوة وزن السيارة (N)

مقاومة الهواء :

$Fa = 0.0473.Ca.A.V^2$

تناسب هذه الصيغة حساب مقاومة الهواء الذي يبلغ متوسط كثافته الآتى:-

$$\cap = 1.226 \frac{kg}{m^3}$$

ويعوض عن المساحة A بمقدار

$A = 0.8.b.h$

حيث Fa ..... **قوة مقاومة الهواء** (N)

Ca ..... **معامل المقاومة**

V ..... **سرعة السير** (Km/h)

A ..... **مساحة مقطع السيارة العمودي على إتجاه السير** (m^2)

B ..... **عرض السيارة** (M)

h ..... **ارتفاع السيارة** (M)

مقاومة الصعود F_s **:**

تحسب مقاومة الصعود Fs على النحو التالي :-

$$F_s = \frac{G.h}{t} = G.\sin a$$

زاوية الصعود Q **:** Sina $\frac{h}{t}$

$$\frac{\text{نسبة الصعود } (\%) \; G. \approx F_s}{100}$$

زاوية الصعود a **:** $\tan a = \frac{h}{b}$

مثال

شكل 5 – 10

Tan a = 0.08 = 8%

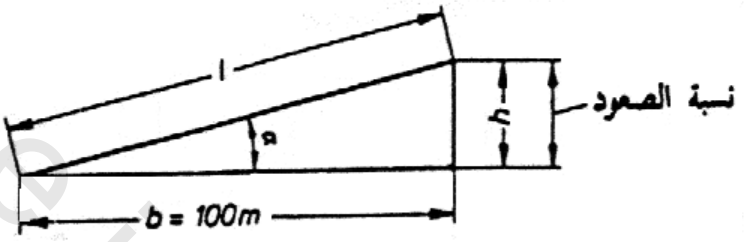
obeikandl.com

Fs قوة مقاومة الصعود (N)

h ارتفاع الطريق الصاعد (M)

L طول الطريق الصاعد (M)

G وزن السيارة (N)



شكل 5 – 10
زاوية الصعود

أمثلة وتمارين على القدرة والكفاية :

مثال :

محرك رباعي الأشواط ذو أربع أسطوانات ، يبلغ قطره أسطوانته 77mm وطول شوطه 84mm وسرعة دورانه 5500 r.p.m ومتوسط ضغطه الفعال البيانى P_1 = 10.96 bar ودرجة كفايته الميكانيكية الكلية 0.84 المطلوب الآتى:-

(أ) حجم الشوط الكلى Vs

(ب) القدرة البيانية P_i

(ج) القدرة الفرملية P_{eff}

الحل:

(أ) ..... $8.4\ cm = 391.2\ cm^3$

$Vcy = A.s = 46.57\ cm2$

$Vs = V_{cy} .z = 391.2\ cm^3.4 = 1564.8\ cm^3 = 1.564$

(ب) ..... $P_1 = \frac{V_s . P_1 . n}{1200} = \frac{1.565.10.96.5500}{1200} = 78.6kw$

(ج) ..... $P_{eff} = \eta_{mt} . pi = 0.84.78.6\ kw = 66kw$

obeikandl.com

تمارين :

1- محرك رباعي الأشواط بياناته كالآتي :-

d = 68mm , s طول الشوط = 72mm , z عدد الأسطوانات 4

η سرعة دوران المحرك= 3200 r.p.m

P1 ضغط الاحتراق المتوسط = 9.5 bar

أوجد القدرة البيانية ؟

2- ما هي القدرة البيانية المتولدة للمحركات التالية :-

(أ)

A = 30.19 cm^2 , p_i=10.8 bar , S=74mm , N=2400r.p.m

عدد الأسطوانات z = 6 ، رباعي الأشواط.

(ب)

d = 82.5mm , S = 96mm , pi = 11.3bar ,

n = 3400r.p.m , عدد الأسطوانات z = 8 ,

رباعي الأشواط.

(ج)

d = 52mm , S = 56mm , pi = 6.8bar ,

n =4200 r.p.m , عدد الأسطوانات Z = 2 ,

ثنائي الأشواط .

3- دراجة نارية ذات محرك رباعي الأشواط أبعاده كالآتي :-

قطر الأسطوانة 65mm ، طول الشوط 75mm ، n = 6600 r.p.m

P_i =8.7bar عدد الأسطوانات Z = 1 (أسطوانة واحدة) ، الكفاية الميكانيكية الكلية η mt = 0.82

احسب القدرة البيانية P_i والقدرة الفعالة P_{eff} بوحدة kw.

4- احسب القدرة البيانية لدراجة ذات محرك ثنائي الأشواط ، يكون من اسطوانة واحدة، إذا كان قطر اسطوانة المحرك 36mm وطول شوطه 32mm ومتوسط الضغط

obeikandi.com

الفعال 7.2 bar وذلك عند سرعة دوران قدرها 3700 r.p.m ؟

5- المعطيات الآتية خاصة بمحرك ثنائي الأشواط :-

d = 62mm , s = 64 mm , z = 2 , n = 3750 r.p.m , $\eta mt=0.85$

احسب : P_i ، P_{eff} بوحدة kW

6- محرك بنزين رباعي الأشواط مكون من أربع أسطوانات ، نسبة قطر الأسطوانة إلى طول الشوط 64 : 77 ، P_i = 5.8 bar . أوجد قدرة المحرك عند سرعة دورانه ؟

n = 3400 r.p.m
n = 2500 r.p.m

أمثلة وتمارين على قدرة المحرك وعزم دورانه :

مثال :

يعطى محرك عند سرعة دوران 2200 r.p.m فترة فرملية مقدارها 22.4 kw. كم يبلغ عزم دوران المحرك؟

المعطيات :

n = 2200 r.p.m , P_{eff} = 22.4 kw

المطلوب : M = ? Nm

الحل :

$$M=\frac{9550.\ P_{\text{eff}}}{\eta}=\ \frac{9550.22.4}{2200}=\ 97.2\ \text{Nm}$$

تمارين:

1- يصل محرك الى أقصى عزم دوران مقداره 46 Nm عند سرعة دوران 2450 r.p.m. أوجد قدرة المحرك عند هذه السرعة ؟

2- احسب قدرة محرك عزم دورانه 69 Nm عند سرعة n = 1200 r.p.m ؟

obeikandl.com

3- تبلغ القدرة الفرملية لمحرك ديزل 31 kw عند سرعة دوران مقدارها 3400 r.p.m.
أوجد عزم الدوران المؤثر عند الحدافة ؟

4- تبلغ القدرة البيانية لسيارة ركاب 77kw عند سرعة دوران المحرك مقدارها 4800 r.p.m. أوجد الآتى :-

(أ) القدرة الفرملية القصوى إذا كانت $\eta = 0.86$

(ب) عزم الدوران المناظر لهذه القدرة.

5- محرك جرار ثنائى الأشواط ذو اسطوانة واحدة بياناته كما يلى:-

نسبة قطر الأسطوانة الى الشوط = 120mm : 130 mm ، P_i 4.12 bar =

عزم الدوران عند الحدافة 67.6 Nm وذلك عند n = 1500 r.p.m

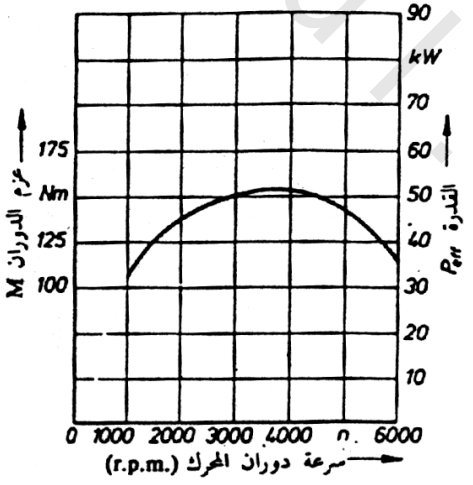
أوجد الآتى:-

(أ) القدرة الفرملية P_{eff}

(ب) القدرة البيانية P_i

(ج) الكفاية الميكانيكية الكلية η_{mt}

6- تم تسجيل البيانات التالية أثناء اختيار محرك وهى كما يلي:-



	أ	ب	ج	د	هـ	و
N (r.p.m)	100	2000	3000	4000	5000	6000
M(Nm)						
P_{eff} (kw)	110	141	150	153	142	112

المطلوب :

حساب القيم الناقصة في الجدول ورسم المنحنى المبين في الشكل السابق إذا كانت القدرة المستفادة القصوى تبلغ 74 kw وذلك عند سرعة دوران مقدارها 5400 r.p.m .

7- احسب عزم دوران محرك رباعي الأشواط ذى الأسطوانة واحدة عند (5500 n) r.p.m علما بأن نسبة قطر الأسطوانة إلى الشوط 61.5mm : 64mm ، P_i = 6.5bar ، η_{mt} = 0.8 ؟

أمثلة وتمارين على قدرة ومقاومات السير :

مثـال:

يبلغ وزن سيارة وهى فارغة 980kg يتم تحميلها براكبين يزن كل منهما 75kg بالإضافة إلى متاع يزن 120kg . وتسير السيارة بسرعة 80kg/h على طريق ذي صعود نسبته 5% . فإذا كان عرض السيارة 1792 mm وارتفاعها 1527 mm ومعامل احتكاك التدحرج 0.03 ومعامل مقاومة الهواء 0.44 والكفاية الميكانيكية الكلية للسيارة 0.8 . أحسب الآتي :-

(أ) الكتلة الكلية للسيارة.

(ب) الوزن الكلى للسيارة.

(ج) مقاومة احتكاك التدحرج.

(د) مقاومة الهواء

(هـ) مقاومة صعود الطريق (مقاومة الميل)

(و) المقاومة الكلية للحركة

obeikandi.com

(ز) قدرة السير اللازمة للتغلب على المقاومة الكلية.

الحل:

(أ) $m = 980kg + 2.75kg + 1250kg$

(ب) $G = m.g = 1250kg \cdot 10m/s^2 = 12500\ kg\ m/s = \underline{12500N}$

(ج) $F_R = G.M = 12500N.0.03 = \underline{3\ 75N}$

(د) $A \approx 0.8 \cdot b.h = 0.8.1792m.1.527m = 2.189m^2$

$F_a = 0.0473\ C_a.A.V^2 = 0.0473.\ 0.44.\ 2189.80^2 = 291.5N$

(هـ) $F_s \approx \frac{G.(\%)}{100}$ **نسبة الصعود** $= \frac{12500.5}{100} = 625\ N$

$$\tan a = \frac{5}{100} = 0.05 \quad a = 2.86^o \quad F_s = G.\sin a = 12500\,N.\ \sin 2.86^o = 623.7\ N$$

(و) $F_t = F_R + F_a + F_s = 375N + 291.5\ N + 625N = 1291.5N$

(ز) $P_t = \frac{F_t.v}{100.nDr} = \frac{1291.5N.22.2M/S}{1000KW/h.0.8} = 35.83kw$

تمارين

1- تسير سيارة بسرعة 90 KM/h وتبلغ المقاومة الكلية للسير 1500 N والكفاية الميكانيكية الكلية للسيارة 0.78 . احسب قدرة السير.

2- أحسب مقاومة الاحتكاك لسيارة ركاب وزنها وهى فارغة 1230 Kg إذا كانت السيارة محملة بأربعة أشخاص زنه كل منهم 75 Kg وبأمتعة تزن 80 Kg وكان سطح الطريق خرساني ومعامل احتكاك التدحرج له يبلغ 0.015 ؟

3- يبلغ وزن شاحنه وهى فارغة 8200 kg ، ويتم تحميل الشاحنة بمقدار 4m3 من تربة كثافتها 1.75 t/m3. احسب مقاومة احتكاك التدحرج إذا كان معامل احتكاك التدحرج يساوى 0.05.

4- تسير سيارة سباق على طريق مستو بسرعة تبلغ 240 km/h . احسب مقاومة الهواء للسيارة إذا كان عرضها 1775mm وارتفاعها 1304 mm ومعامل مقاومة

obeikandl.com

الهواء 0.24 ؟

5- يبلغ معامل مقاومة الهواء لسيارة ركاب 0.41 وعرض السيارة 1791mm وارتفاعها 1413mm أحسب مقاومة الهواء عند سرعات - km/h 100km/h - 50 25km/h . كم تبلغ النسبة المئوية للزيادة في المقاومة ؟

6- يبلغ الوزن الكلى لشاحنة 12.5 t. احسب مقاومة صعود الطريق للشاحنة عندما تسير على طريق نسبة صعوده 6% ؟ ..... (استخدم الصيغة الرياضية الدقيقة والتقريبية للحساب).

7- حافلة وزنها وهى فارغة 8000kg. احسب مقاومة صعود الطريق لها عندما تسير على طريق نسبة صعود 16% ويجلس فيها 34 راكباً يزن كل منهم 75kg ؟ ..... (استخدم الصيغة التقريبية والصيغة الدقيقة للحساب).

8- تسير شاحنة على طريق مستو بسرعة منتظمة تبلغ 30km/h فإذا كان وزن السيارة يساوى 28K/N ومعامل احتكاك التدحرج 0.015 ومعامل مقاومة الهواء 0.8 وعرض الشاحنة 2450mm وارتفاعها 2700mm والكفاية الميكانيكية للشاحنة 0.8 أحسب الآتي :-

(أ) مقاومة التدحرج.

(ب) مقاومة الهواء.

(ج) المقاومة الكلية

(د) قدرة مقاومة السير

9- تبلغ المقاومة الكلية لسير سيارة ركاب 1320 N عند سرعة مقدارها 108km/h . أحسب قدرة مقاومة السير إذا كانت الكفاية الميكانيكية الكلية للسيارة 0.78 ؟

10- تبلغ القدرة المستفادة لمحرك سيارة 35Kw. فإذا كانت السيارة تسير بسرعة 90km/h وبلغت المقاومة الكلية للسير 940N والكفاية الميكانيكية الكلية 0.81، أحسب الآتي :-

(أ) قدرة مقاومة السير الكلية ؟

obeikandl.com

(ب) مقاومة الطاقة المتبقية ؟

11- حافلة تبلغ مساحة مقطعها $5.2m^2$ ومقاومة الهواء لها عندما تسير بسرعتها القصوى على طريق مستو 2060N . احسب هذه السرعة إذا كان معامل مقاومة الهواء يساوى 0.65 ؟

12- تتحرك سيارة ركاب على طريق مستو بقوة دفع تبلغ 850N. فإذا كانت مقاومة التدحرج 380N ومقاومة الهواء 325N، احسب القوة المتبقية لتعجيل السيارة.

13- تسير سيارة على طريق نسبة صعود 7% بسرعة 90km/h وهى محملة بشخصين يزن كل منهما 75kg بالإضافة إلى متاع يبلغ وزنه 80kg. فإذا كان وزن السيارة وهى فارغة 1090kg ومعامل احتكاك التدحرج 0.01 ومعامل مقاومة الهواء 0.39 وعرض السيارة 1729mm وارتفاعها 1425mm والكفاية الميكانيكية الكلية للسيارة 0.81 القدرة الفعالة 72kw احسب الآتي :-

(أ) كتلة السيارة الكلية.

(ب) قوة وزن السيارة الكلية.

(ج) مقاومة التدحرج.

(د) مساحة مقطع السيارة.

(هـ) مقاومة الهواء.

(و) مقاومة الصعود.

(س) القدرة المبذولة في مقاومة الحركة.

(ح) المقاومة الكلية للسير.

(ط) القدرة الفائضة.

التزليق بالزيت

1. مقدار التغذية وكمية الزيت الدائرة في المحرك :

openkandil.com

تقوم مضخة الزيت في المحركات التى تستعمل نظام التزيت الجبرى بالضغط، بضخ زيت التزليق في دائرة مغلقة بصورة دائمة، ويرمز لكمية الزيت التى تضخ في الدقيقة بالرمز Q ، ويمكن حساب معدل التغذية بالزيت Q من المعادلة التالية:-

$$Q = \frac{60 \ . \ e \ . \ \mathrm{v}}{t}$$

$$t = \frac{60 \ . \ e \ . \ \mathrm{v}}{Q}$$

$$V = \frac{Q \ . \ t}{60 \ . \ e}$$

$$Q = \frac{60 \ . \ e \ . \ v}{t}$$

حيث Q معدل التغذية بالزيت .. (kg/min)

t زمن دورة الزيت .. (s)

v حجم شحنة زيت المحرك .. (i)

e كثافة زيت التزليق .. (kg/l)

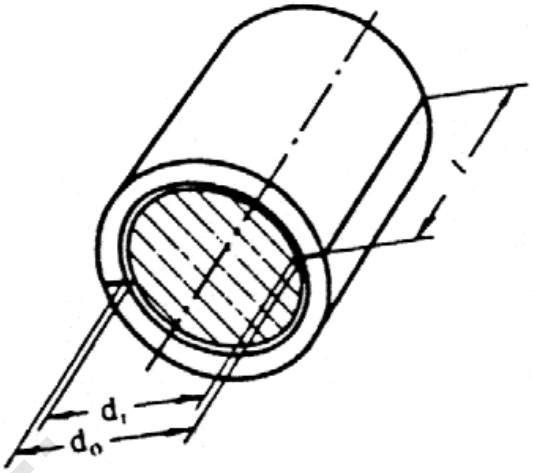
Q كمية الزيت الدائرة (السارية) في المحرك .. (kg)

Tw زمن تشغيل المحرك .. (min)

2- مساحة التزليق :

تتكون مساحة التزليق الخاصة بالمحرك من مجموع مساحات الأسطح المنزلقة بالزيت وتعتمد كمية الزيت اللازمة لتغطية هذه الأسطح على خواص الحركة بين الأسطح المنزلقة شكل 5 – 11 ، ويمكن حساب مساحة التزليق من المعادلة التالية:-

obeikandl.com



شكل 5 – 11
مســاحة التزليــق

$$A = \Pi \cdot do \cdot 1$$

$$A^2 = \pi \cdot A$$

$$c_r = do - di$$

$$V = A \cdot - cr$$

حيث A مساحة تزليق محور دوران واحد (mm^2)

A^2 مساحة التزليق الكلية (mm^2)

π عدد محامل المحمور (العمود)

do قطر المحمل (الداخلى) (mm)

di قطر محمور الدوران (mm)

L طول المحمل (mm)

cr خلوص الحركة (mm)

obeikandl.com

V كمية الزيت المبللة للأسطح (mm)

3- استهلاك الزيت في المحركات رباعية الأشواط :

يستهلك كل محرك أثناء تشغيله قدرا من الزيت، ويمكن حساب الاستهلاك النوعي للزيت أما بوحدة L/100km أو g/kwh ، ويجب استخدام القدرة الأسمية للمحرك كأساس للحساب.

ويمكن حساب استهلاك الزيت في مسافة 100km من خلال المعادلة التالية:-

$$V_{100} = \frac{100 \cdot m}{\cap \cdot C_r}$$

obeikandl.com

ويحسب استهلاك الزيت لكل 1kwh من العلاقة التالية :-

$$b_o = \frac{B_o}{P_{eff}}$$

ويمكن بذلك حساب الكمية الكلية المستهلكة من الزيت من العلاقة التالية :-

$$V_o = V_{100} \cdot \frac{S}{100}$$

$$V_o = \frac{b_o}{\cap} . P_{eff} . tw$$

حيث va كمية زيت التزليق المستهلكة (L)

V100 استهلاك الزيت النوعى في مسافة 100km (l/100km)

bo معدل الاستهلاك النوعى للزيت (kg/kw)

M كمية زيت التزليق المستهلكة (kg)

ℓ كثافة زيت التزليق (kg/L)

S مسافة السير (km)

Bo معدل استهلاك الزيت (kg/h)

Tw زمن التشغيل (h)

P_{eff} القدرة المستفادة (kw)

.. يجب استخدام القدرة الاسمية للحسابات.

أمثلة وتمارين على التزليق بالزيت :

(كمية الزيت الدائرة في المحرك)

مثال

احسب كمية الزيت التى تضخ في محرك شاحنة يبلغ حجم شحنة الزيت له L12 وزمن دورة الزيت 24S ، كثافة الزيت Q = 0.9 kg/L وزمن التشغيل الكلى 30 min ؟

المعطيات : t_w = 30 min , Q = 0.9 kg/l , t=24S , V = 12 L

obeikandl.com

المطلوب : Q_1 , Q

الحل

$$Q = \frac{60.\ell.V}{t} = \frac{6os/\min.0.9kg/L.12L}{2LS} = 27kg/\min$$

Q_1 = Q.tw = 27 kg / min . 30 min = 810 kg

مساحة التزليق :

مثال:

يبلغ القطر الداخلى للخمسة محامل الرئيسية لأحد المحركات 60mm وقطر عمود مرتكز المحمل 59.88 mm وطول كل محمل 80mm .

احسب الآتي :-

(أ) مساحة تزليق المحمل الواحد.

(ب) مساحة التزليق الكلية.

(ج) خلوص الحركة.

(د) كمية الزيت المبللة لجميع اسطح المحامل بوحدتي L,mm^3

المعطيات : L=80mm , di= 59.88 mm , do=60mm

المطلوب: V,Cr,A`,A

الحل

(أ)

A= $\prod$ .do.l = 3.14.60mm.80mm=15072mm^2)

(ب)

A`=n.A = 5. 15072mm^2 = 75360mm^2

(ج)

Cr= da – di mm – 59.88mm=0.12mm

(د)

obeikandi.com

$V=A'Cr= 75360mm^2.O.12mm = 9043.2mm^3 \approx 0.009$

تمارين :

1- يبلغ حجم شحنة الزيت لسيارة ركاب 4L وزمن دورة الزيت 35s . احسب معدل ضخ الزيت وكمية الزيت الدائرة في المحرك على مدى رحلة مدتها (Q=0.89 kg / L) ؟

2- احسب معدل ضخ الزيت إذا كان حجم شحنة الزيت يساوى 14L وزمن دورته يبلغ $\frac{1}{3}$ دقيقة (Q=0.9 kg / l) ؟

3- يتم ضخ الشحنة الكاملة للزيت الخاصة بأحد المحركات والبالغ حجمها 5L عند سرعة دوران 1300 r.p.m في زمن قدرته 40s فإذا ارتفع معدل ضخ الزيت بنسبة 70% عند مضاعفة السرعة . احسب معدل ضخ الزيت عند كل من السرعتين (Q=0.9 kg /l) ؟

4- يبلغ حجم شحنة الزيت لمحرك جرار $9l\ mm^3$ وتتم هذه الشحنة دورتين ونصف في الدقيقة الواحدة (Q=0.91 kg /L) . احسب كمية الزيت التي تضخ في زمن قدرة 1h وكذلك فى 12h ؟

5- يبلغ معدل ضخ الزيت 1010 kg/h ، وذلك لمحرك يبلغ حجم شحنة من الزيت 7L. احسب زمن الدورة الواحدة (Q = 0.91 kg /l) ؟

6- يتم ضخ مقدار 23328kg من الزيت بواسطة مضخة الزيت الخاصة بمحرك ديزل في زمن قدرة 8h. فإذا كان حجم شحنة زيت المحرك 4.5L وكثافة 0.9 kg/l احسب زمن دورة الزيت ؟

7- كم dm^2 تبلغ مساحة التزليق بمحرك بنزين ذي أربع اسطوانات علما بأن قطر الأسطوانة ∅ = 75 mm ، وطولها 140mm؟

7- كرر حسابات المسألة السابقة للمحركات ذات الأسطوانة الواحدة والمعطاة بياناتها

8- بالجدول التالي :-

	أ	ب	ج
قطر الأسطوانة	82mm	80mm	115mm
طول الأسطوانة	160mm	150mm	250mm

9- احسب مساحات التزليق لكل من المحامل الرئيسية ومحامل أذرع التوصيل لعمود مرفق ، وذلك بوحدة dm^2. سبعة محامل رئيسية 85mm = ∅ ، ستة أذرع توصيل 75mm = ∅ ؟

10- إذا كانت أبعاد تجويف اسطوانة محرك دراجة آلية كمل يلي 75mm =∅ والطول 120mm وخلوص الكباس 0.06mm . أوجد الآتي :-

(أ) مساحة التزليق بوحدة dm^2

(ب) كمية الزيت اللازمة لبلها بوحدة Cm^3

11- كم تبلغ المساحة التي يغطيها لتر من الزيت بسمك 0.015 ؟

12- احسب مساحة التزليق بوحدة dm^2 وكمية الزيت بوحدة Cm^3 اللازمة لإحداث البلل وذلك لمحرك بياناته كما يلي :-

(أ) عدد الأسطوانات = 6 ، قطر الأسطوانة = 82mm

(ب) طول الأسطوانة = 170mm خلوص الحركة =0.2 mm

13- الأسطوانة : القطر = 74mm ، الطول = 100mm ، خلوص الحركة = 0.13mm

بنز الكباس : القطر 30=∅ ، طول المحمل = 30mm ، خلوص الحركة = 0.03

ثلاث محامل دوران رئيسية : القطر = 45mm ، طول المحمل = 50mm خلوص الحركة 0.06mm

والمطلوب حساب الآتي :-

(أ) مساحة التزليق الكلية بوحدة dm^2

obeikandi.com

(ب) كمية الزيت بوحدة Cm^3 اللازمة لتزليق هذه المساحة

(ج) وزن هذه الكمية بالجرامات إذا كانت كثافة الزيت Q=0.8 kg/l

14- احسب لمحرك سيارة ذي أربع اسطوانات

(أ) مساحة التزليق الكلية بوحدة dm^2

(ب)كمية الزيت بوحدة cm^3 اللازمة لتزليق هذه المساحة ، إذا كانت بيانات المحرك كما يلى:

الأسطوانة : القطر = 80 mm ، الطول = 160mm ، خلوص الحركة = 0.03mm

بنز الكباس : القطر 31mm ، طول المحمل = 35mm ، خلوص الحركة = 0.028mm

خمسة محامل رئيسية : القطر = 50mm ، طول المحمل 40mm خلوص الحركة = 0.05mm

أربعة محامل : القطر = 43mm ، طول المحمل 40mm خلوص الحركة = 0.04mm

15- محرك ديزل ذو ست اسطوانات قطر كل منها 122mm وطولها 210mm وخلوص حركتها 0.25. وجد بعد فترة تشغيل طويلة أن خلوص الحركة أصبح 0.45 .

إحسب الآتي :-

(أ) كمية زيت التزليق اللازمة في كليتا الحالتين بوحدة Cm^3

(ب) النسبة المئوية للزيادة في كمية الزيت

16 - إذا زاد خلوص الحركة في محملين رئيسيين في محامل الدوران لمحرك ذي أربع اسطوانات وعمود المرفق خماسي التحميل من القيمة 0.04 mm إلى 0.11mm.

openkandi.com

احسب لجميع محامل الدوران الرئيسية:

(أ) مساحة التزليق بوحدة dm^2 ($\varnothing$85mm, = وطول محمل التحميل = 70mm)

(ب) الزيادة فى كمية زيت التزليق اللازمة بوحدة Cm^2

أمثلة وتمارين على استهلاك زيت التزليق بالمحركات رباعية الأشواط :

مثـال :

استهلك محرك رباعي الأشواط أثناء قطعة مسافة 390km كمية من الزيت بلغت 0.255kg. فإذا كانت كثافة الزيت Q = 0.9kg/l . احسب الاستهلاك النوعي للزيت بوحدة 1/100 وكذلك كمية الزيت المستهلكة في مسافة 2500 km ؟

المعطيات : مسافة السير S = 390km ، M = 0.255kg ، Q = 0.9kg/l مسافة السير الكلية = St = 2500 km

المطلوب : Vo , V100

الحـل:

$$V_{100}=\frac{100.m}{Q.S}=\frac{100.0.255kg}{0.9kg/L.390km}=0.072L/100km$$

$$V_o=V_{100.}\frac{S_t}{100}=o.o72\frac{1}{100km}.\frac{2500km}{100}=1.8L$$

مثـال :

يبلغ الاستهلاك النوعي للزيت لمحرك ديزل رباعي الأشواط kg/kwh فإذا كانت قدرة المحرك 200 kw وكثافة الزيت Q = 0.9kg/l وزمن التشغيل 8.5 h ، احسب معدل استهلاك الزيت بوحدة kg/h وكمية الزيت الكلية المستهلكة أثناء فترة التشغيل ؟

المعطيات :

Q=0.9 kg/l , tw=8.5h, P_{eff} =200kw,
bo = 0.002 kg /kwh

opelkandil.com

المطلوب : Vo , BO

الحل : Bo = bo.

P_{eff} =.200 Kg/kwh.200kw =0.4kg/h

$$V_o = \frac{b_o}{\underline{Q}} . P_{eff} . t_w = \frac{0.002 kg / kwh}{o.gkg / L} .200 KW.8.sh = 3.77 L$$

تمارين :

1- تستهلك سيارة كمية من الزيت مقدارها 0.3L أثناء قطعها مسافة 360km احسب الاستهلاك النوعى للزيت بوحدة L/100km ؟

2- استهلكت سيارة ركاب أثناء قطعها مسافة تبلغ 540km كمية من الزيت مقدارها 0.6kg كثافة Q =0.91 kg/L . والمطلوب الآتي :-

(أ) كم يبلغ الاستهلاك النوعي للزيت بوحدة L/100 km؟

(ب) ما هي كمية الزيت الكلية المستهلكة أثناء قطع 8500km ؟

3- جرار قدرته 18kw يعمل بمعدل 14h يومياً أثناء فترة الحصاد . كم كيلو جراماً من زيت التزليق يجب إضافتها كل يوم إذا كان الاستهلاك النوعي للمحرك يبلغ. 2.2 kwh ؟

4- شغل محرك ديزل قدرته 11kw مدة 1400h في عام واحد وكان يستهلك 3.39/kwh من زيت التزليق أثناء تشغيله . إحسب الآتي :-

(أ) الاستهلاك السنوي للزيت بالكيلو جرام.

(ب) ثمن هذا الزيت علما بأن سعر اللتر الواحد منه يساوى $ 0.75 .

5- كم يبلغ الاستهلاك النوعى بوحدة g/kwh لزيت محرك قدرته 44 kw إذا استهلاك 1.040 kg من الزيت خلال 8h ؟

oberkanal.com

6- يحتاج محرك أسبوعياً إلى كمية من الزيت ثمنها 12.3 SR لتعويض استهلاكه . أحسب الاستهلاك النوعى لزيت المحرك علماً بأن كثافة الزيت هى 0.9 kg /L وعدد ساعات التشغيل فى الأسبوع 40 h وقدرة المحرك 15 kw وثمن الزيت 075 $ ؟

7- تستهلك سيارة شاحنة 0.3L /100 km من زيت التزليق . كم يبلغ استهلاك الزيت بعد 6 أيام علما بأن المسافة التي تقطعها السيارة يومياً هي 420KM ؟

8- يدل الفرق في المستوى بين العلاقة العليا والعلاقة السفلي على قضيب قياس مستوى زيت المحرك على مقدار 2L من الزيت . احسب عدد الكيلو مترات التي يجب إضافة الزيت بعد قطعها علما بأن متوسط الاستهلاك النوعي يبلغ 0.25L /100km ؟

9- تحتاج سيارة إلى إضافة 1.4L من الزيت بعد قطع مسافة 820 km للتعويض عن الكمية المستهلكة . كم يبلغ متوسط استهلاك الزيت بوحدة L/100 km 10- يقوم مالك سيارة بتغير زيت المحرك كل 2500 km وذلك بعبوة جديدة مقدارها 4.5 L ويبلغ متوسط استهلاك الزيت في المحرك 0.12L /100 km ما هي التكاليف الكلية للتزيت لمسافة 2500 km علما بأن سعر الزيت هو 0.75 $ ؟

11- ينخفض مستوى الزيت في حوضه بسيارة ركاب بمقدار 12mm بعد سفر لمسافة 740 km . احسب متوسط الاستهلاك النوعي للزيت بوحدة L/100km علماً بأن مقطع الحوض مستطيل الشكل .. وأبعاده هو 250 mm x 600mm .

12- تقطع حافلة مزودة بمحرك ديزل قدرته 63kw مسافة 580 Km بسرعة متوسطة مقدارها 82km/h . فإذا كان معدل الاستهلاك النوعى للزيت يبلغ 8.2 g /kwh . إحسب الآتي :-

(أ) زمن الرحلة بالساعة.

(ب) استهلاك الزيت أثناء الرحلة Q=0.91 kg /L

(ج) متوسط الاستهلاك النوعى للزيت بوحدة L/100km

openkanal.com

13- إذا بلغت السرعة المتوسطة لسيارة سباق 118km / h وذلك لمسافة 920 km من طريق سباق وإذا كانت القدرة الفرملية لمحرك السيارة P_{eff} = 66kw. احسب الاستهلاك النوعي لزيت المحرك بوحدتي L/100km , g/kwh . علماً بأنه وجد عند خط الوصول أن السيارة ينقصها 1.4L من الزيت لتعويض القدر المستهلك ..
(الكثافة ..... Q = 0.89 kg/L)

14- تم تفريغ الزيت القديم عند تغيير الزيت لسيارة بعد مسافة 250 Km فكان حجمه 1.75 L.
كم يبلغ استهلاك المحرك للزيت في كل 100km ، علما بأن حجم زيت المحرك هو 4L ؟

obeikandl.com