

الوحدة الرابعة

الاحتراق ودورة الوقود التقليدية
(محركات الشرارة)

نظام الوقود العادي (المغذي) Carburetor

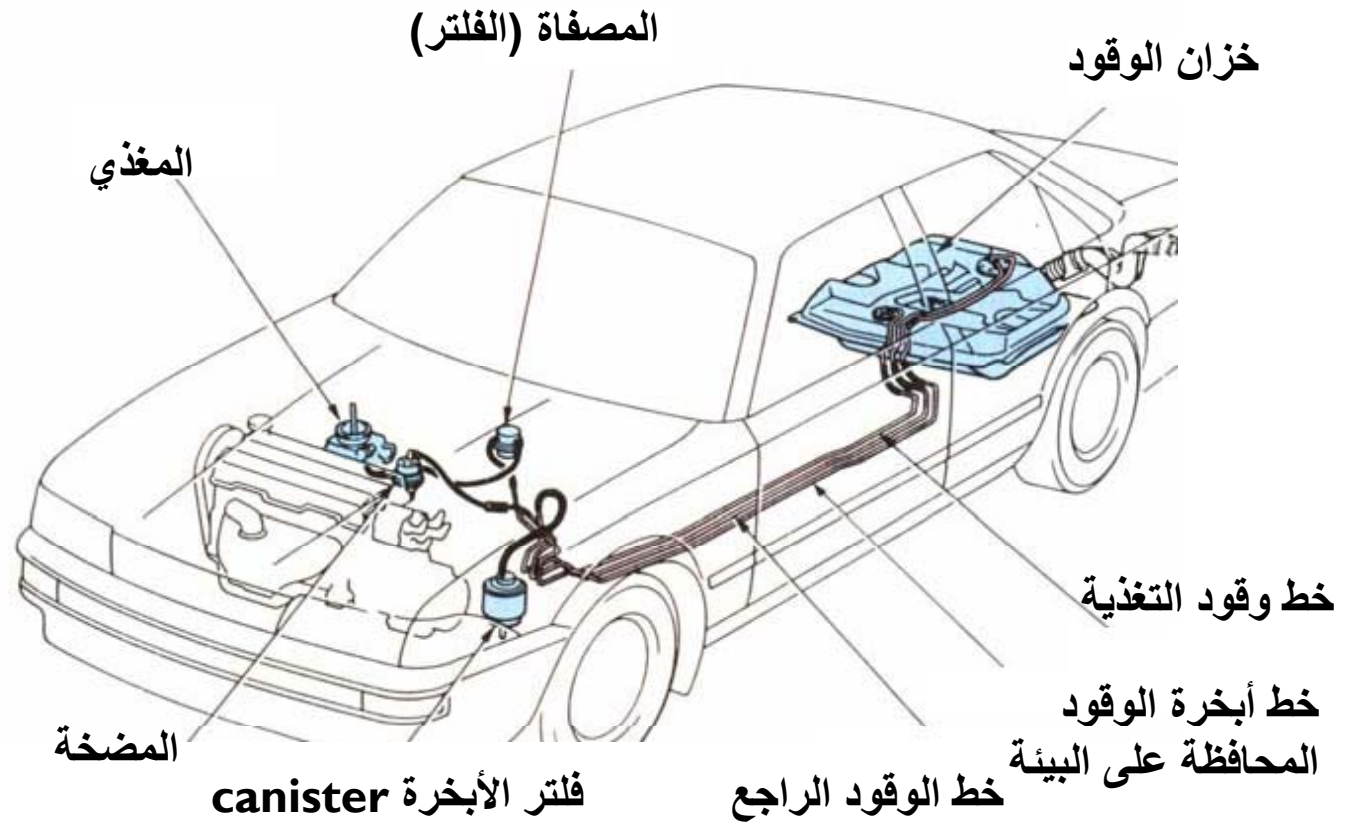
•

()

()

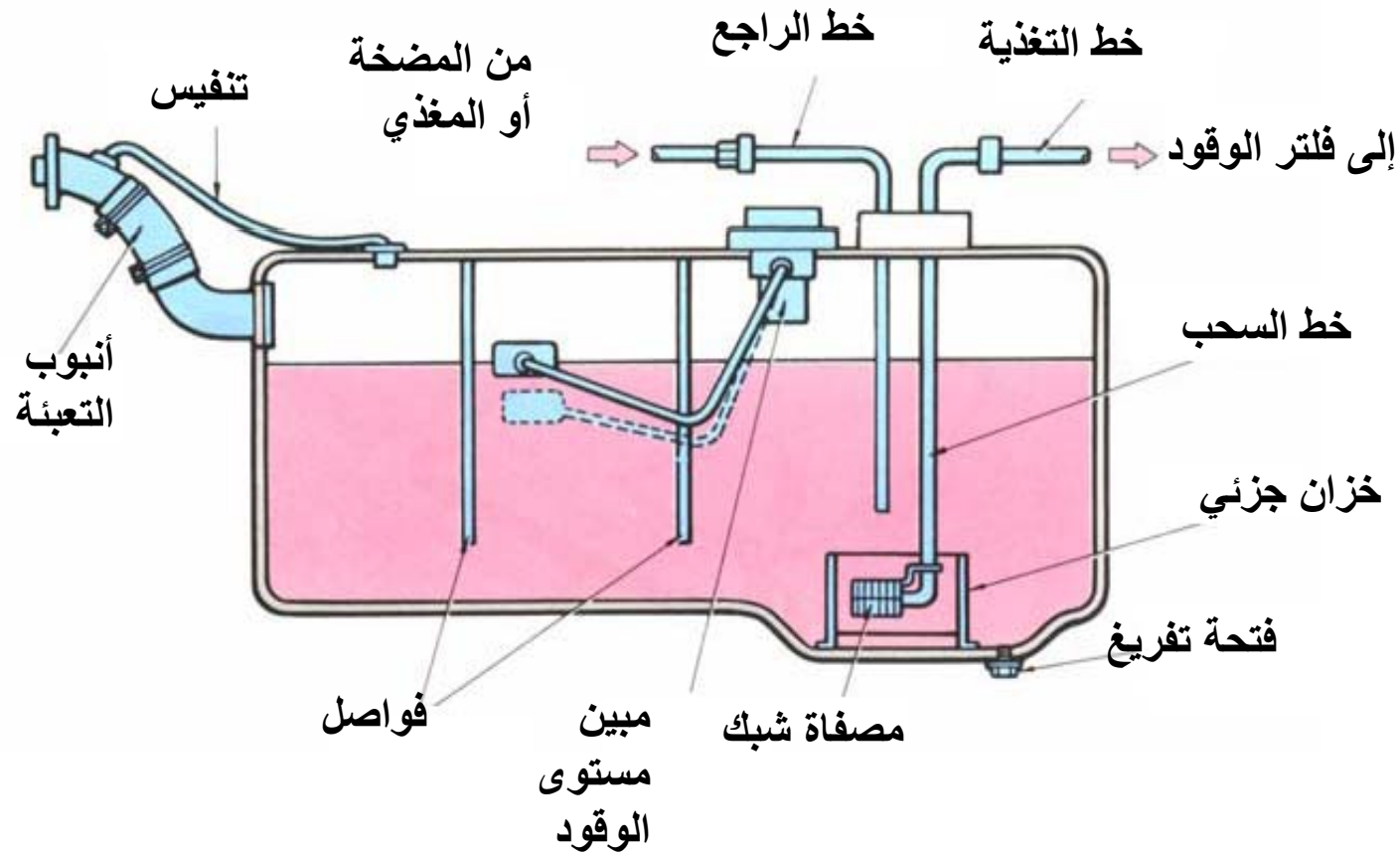
.

مكونات نظام الوقود التقليدي



مكونات نظام الوقود التقليدي

1-خزان الوقود



مكونات نظام الوقود التقليدي

□ خزان الوقود.

- يوضع خزان الوقود في السيارة في مكان بعيد عن الحرارة الصادرة من المحرك أو العادم.
- يصنع الخزان من الصلب ليتحمل الضغط المتولد داخله من أبخرة وحركة الوقود، ويزود الخزان بمين لمستوى الوقود ليعلم السائق بمستوى الوقود.
- يحوي الخزان على فواصل لكتم الاهتزازات.
- يحوي الخزان لفتحة تهوية مع صمام أمان لمعادلة الضغط داخل الخزان .
- يجب أن يكون خزان الوقود مغلق تماما لمنع تطاير الوقود، حيث يوجد بعض الخزانات محكمة الإغلاق .

مكونات نظام الوقود التقليدي

:

2

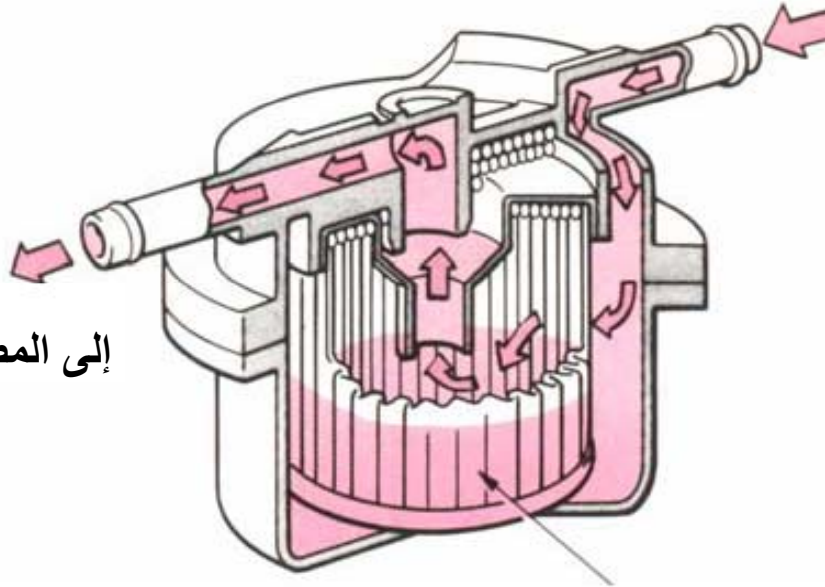
.

من الخزان

() :

-3

إلى المضخة



مكونات نظام الوقود التقليدي

4-مضخة الوقود: وظيفة المضخة هي سحب الوقود من الخزان ودفعه تحت ضغط أعلى إلى المغذي وأنواع المضخات المستخدمة في دورات الوقود:

- المضخة الميكانيكية:

تأخذ حركتها من

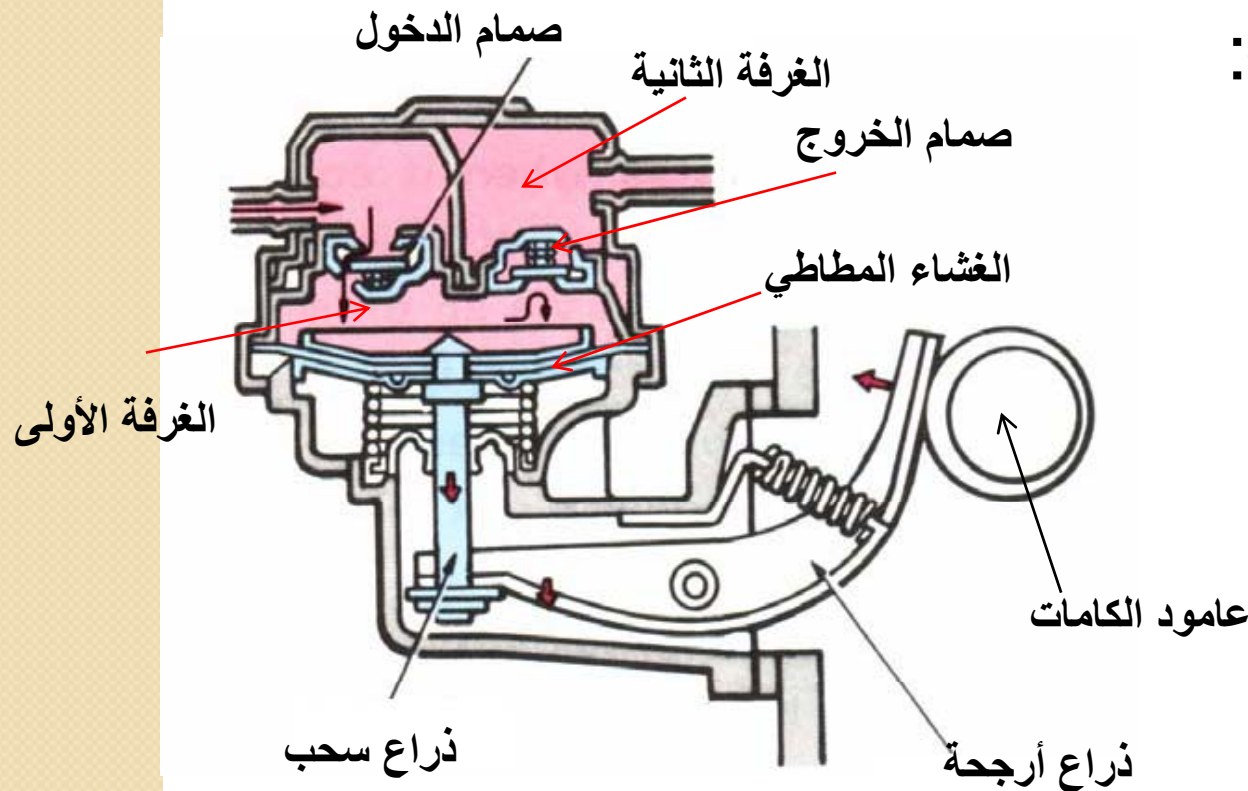
عامود الكامات فعندما

تضغط الكامات على

عامود الأرجحة

يسحب معه ذراع

السحب



مكونات نظام الوقود التقليدي

• المضخة الميكانيكية

في سحب الغشاء المطاطي فيكبر حجم الغرفة الأولى
فينخفض الضغط (خلخلة) داخل هذه الغرفة فيفتح
صمام الدخول فيندفع الوقود إلى داخل الغرفة الأولى.
عندما يبتعد عامود الكامات عن ذراع الأرجحة يعود
ذراع الأرجحة إلى وضعه الأصلي بفعل الزنبرك
فيدفع ذراع السحب إلى الأعلى دافعا الغشاء المطاطي
فيرتفع الضغط داخل الغرفة الأولى فيغلق صمام
الدخول ويفتح صمام الخروج فيتدفق الوقود إلى الغرفة
الثانية ثم إلى المغذي.

مكونات نظام الوقود التقليدي

- المضخة الكهربائية

سيتم شرحها بالتفصيل في أنظمة حقن الوقود البنزين

مكونات نظام الوقود التقليدي

5- المغذي Carburetor : عبارة عن جهاز يقوم بخلط
الهوا مع الوقود بالنسب الصحيحة حسب **ظروف تشغيل المحرك:**

-1

1: 9

9 : 1

-2

1 : 12

-3

مكونات نظام الوقود التقليدي ظروف تشغيل المحرك:

/ 80

/ 50

-4

1: 15

.

/ 80

-5

1: 13

.

-6

.

1 : 10

مكونات نظام الوقود التقليدي

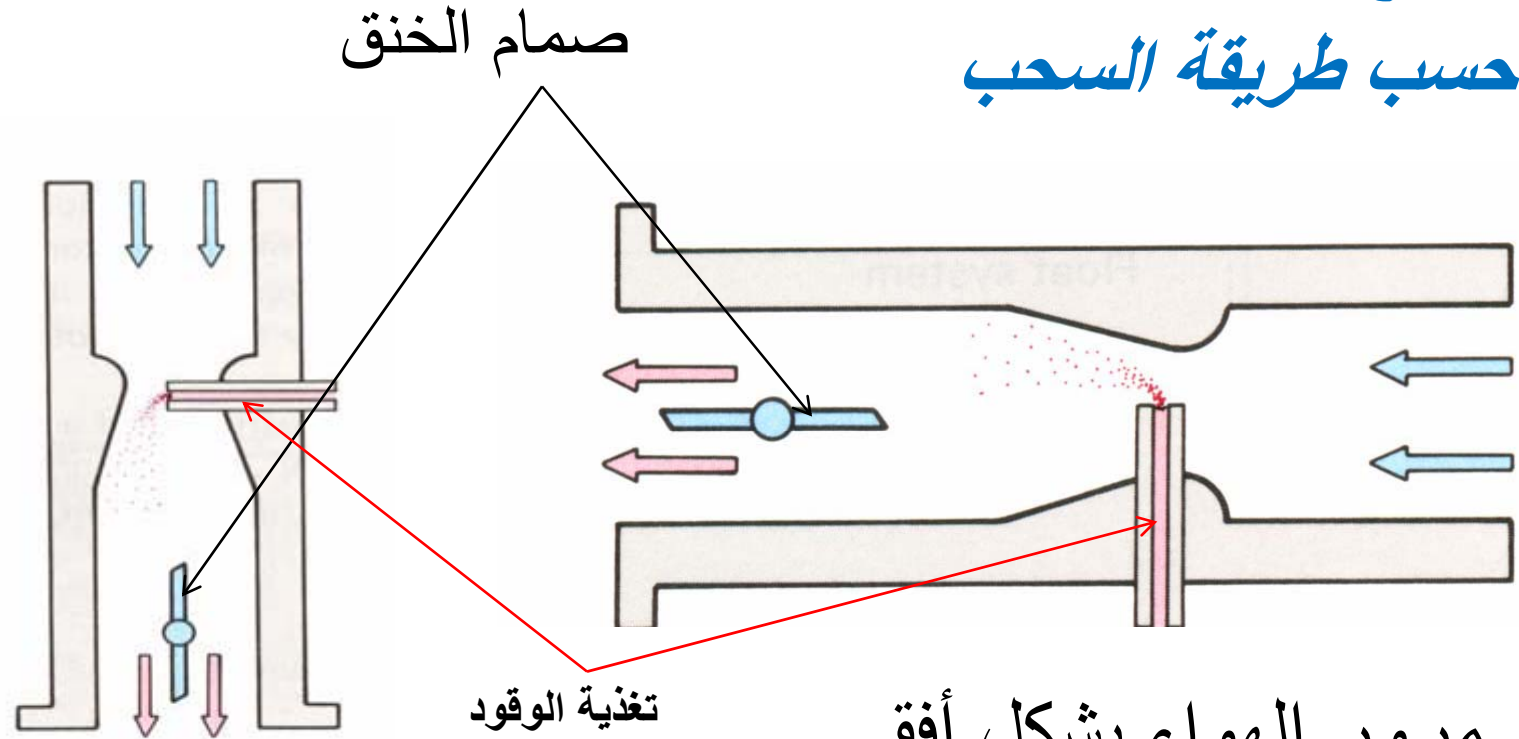
وظيفة المغذي:

1- تحضير النسب خلط الهواء بالوقود الصحيحة حسب ظروف تشغيل المحرك.

2- تحويل الوقود السائل إلى سائل مذرر تمهيدا لتحويله إلى الحالة الغازية في أنابيب السحب وداخل الاسطوانة حيث الوقت المتاح لانفجار الوقود داخل الاسطوانة هو وقت قليل لذلك يجب تحويل الوقود السائل إلى بخار للتسريع من انفجاره وذلك باستغلال **حرارة المحرك** في أنابيب السحب و**الحرارة الناتجة** داخل الاسطوانة في شوط الضغط الناتجة عن ارتفاع الضغط.

مكونات نظام الوقود التقليدي

أنواع المغذيات:
حسب طريقة السحب

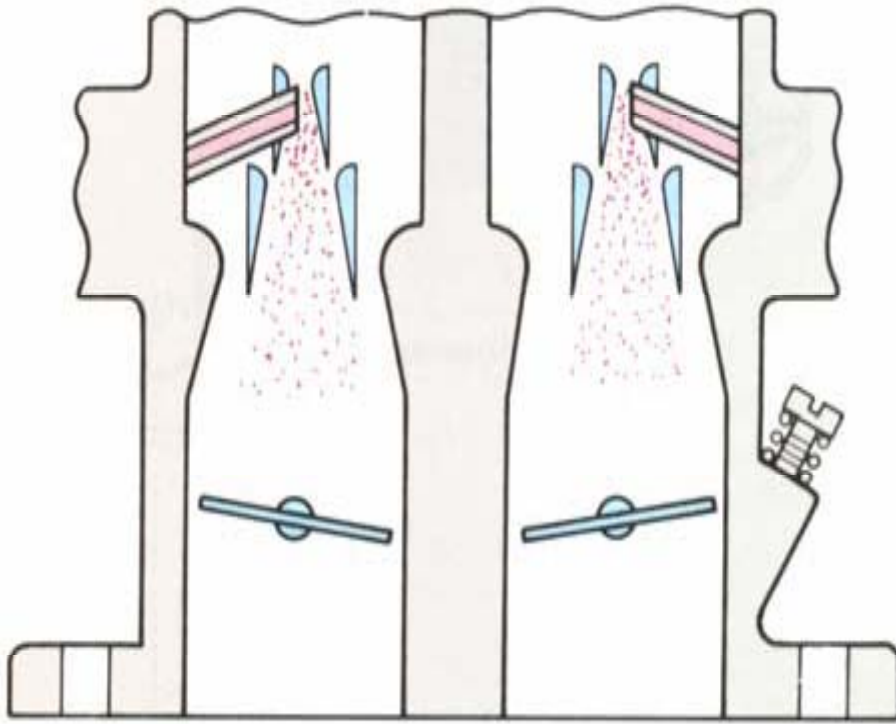


مرور الهواء بشكل أفقي

مرور الهواء بشكل عامودي

أنواع المغذيات:

حسب عدد المنافذ:

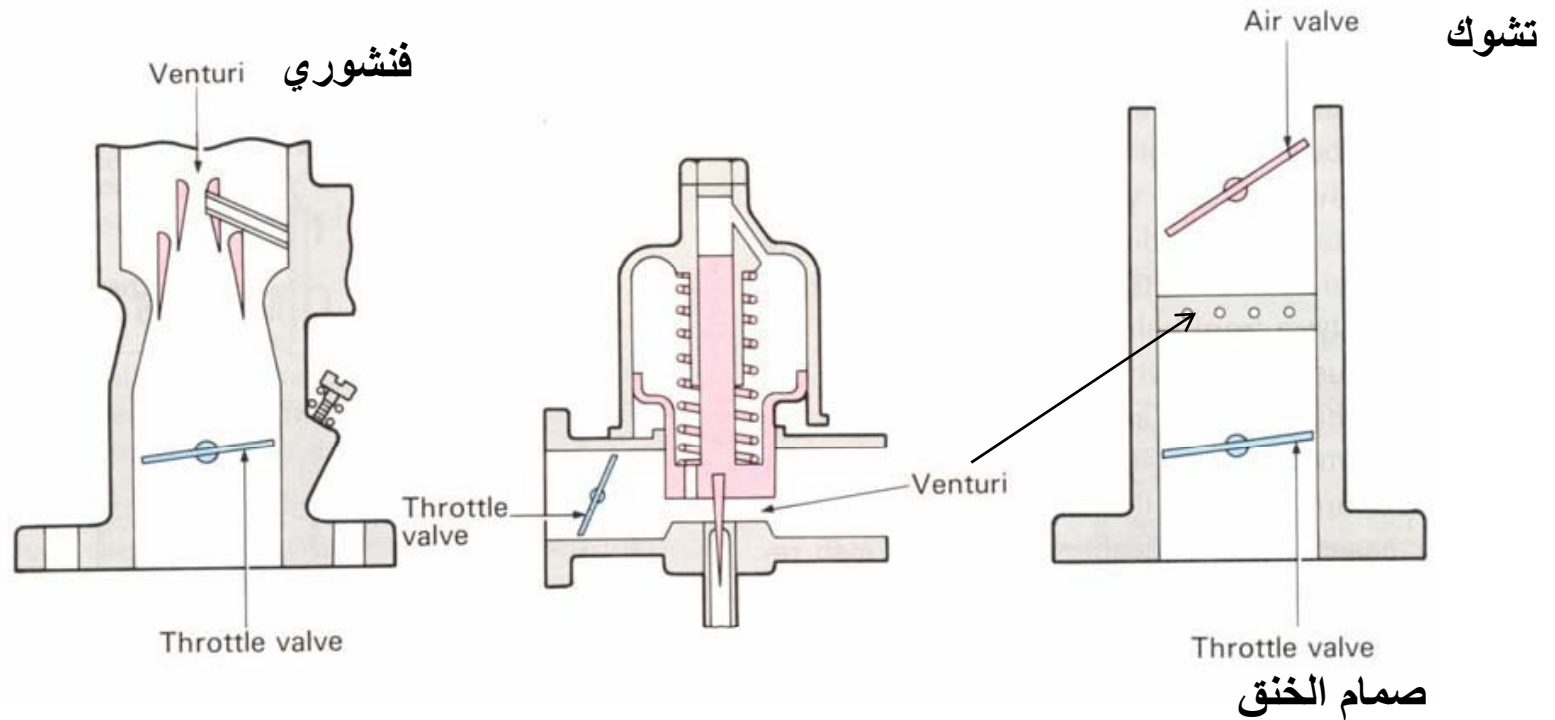


يعمل المنفذ الأول في
السرعات العادية
والمتوسط ويعمل المنفذ
الثاني عند زيادة السرعة
أو التعجيل

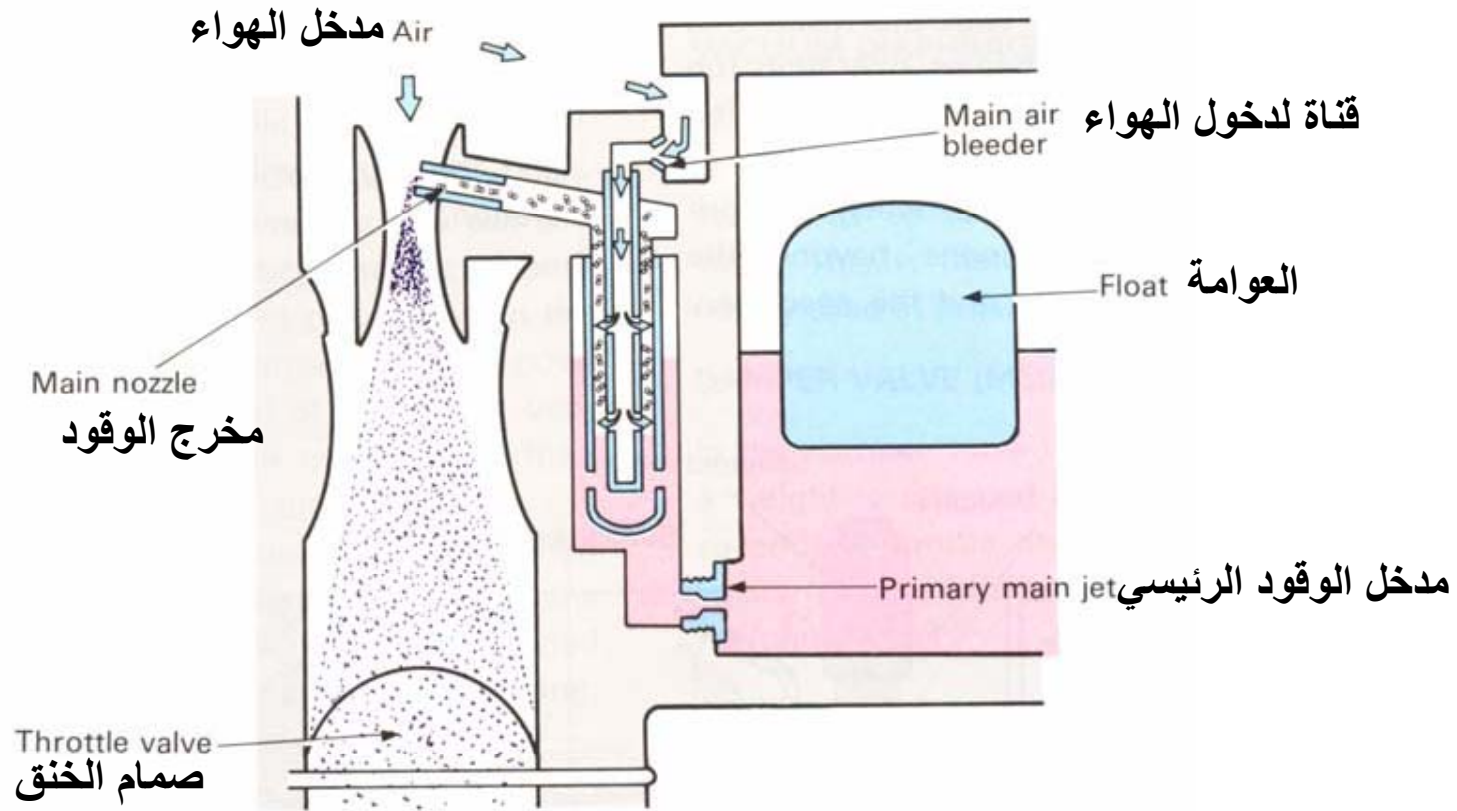
أنواع المغذيات:

حسب نوع فنشوري:

فنشوري هو أي تضيق في مساحة مقطع الأنبوب أو المنفذ



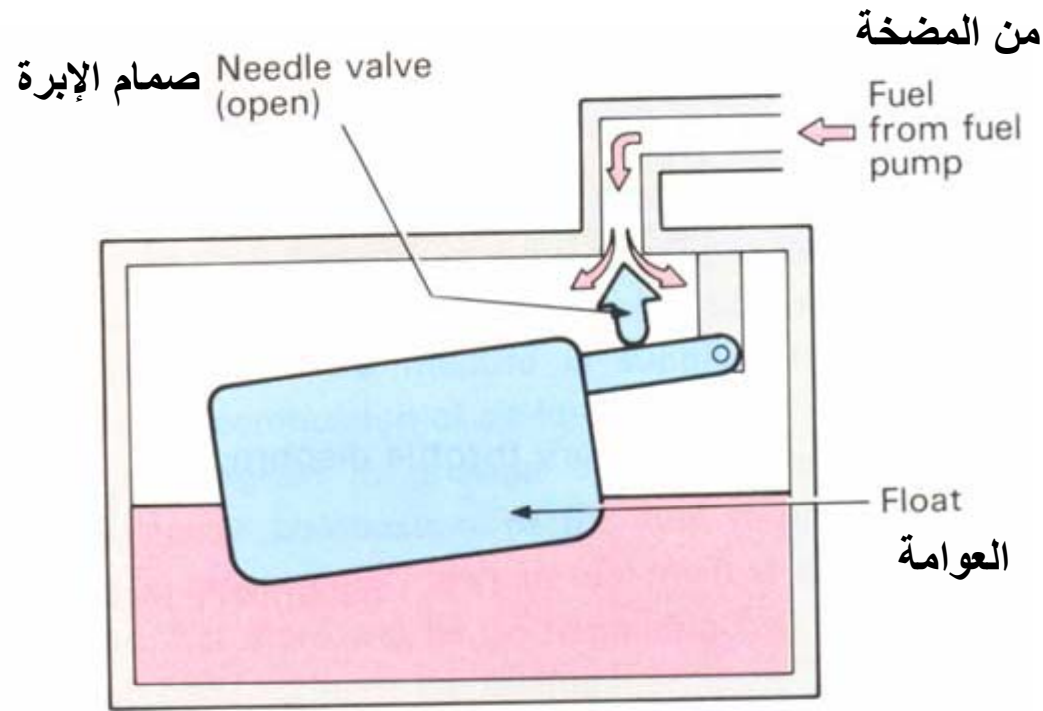
مبدأ عمل المغذي



يتكون المغذي من عدة أنظمة وهي:

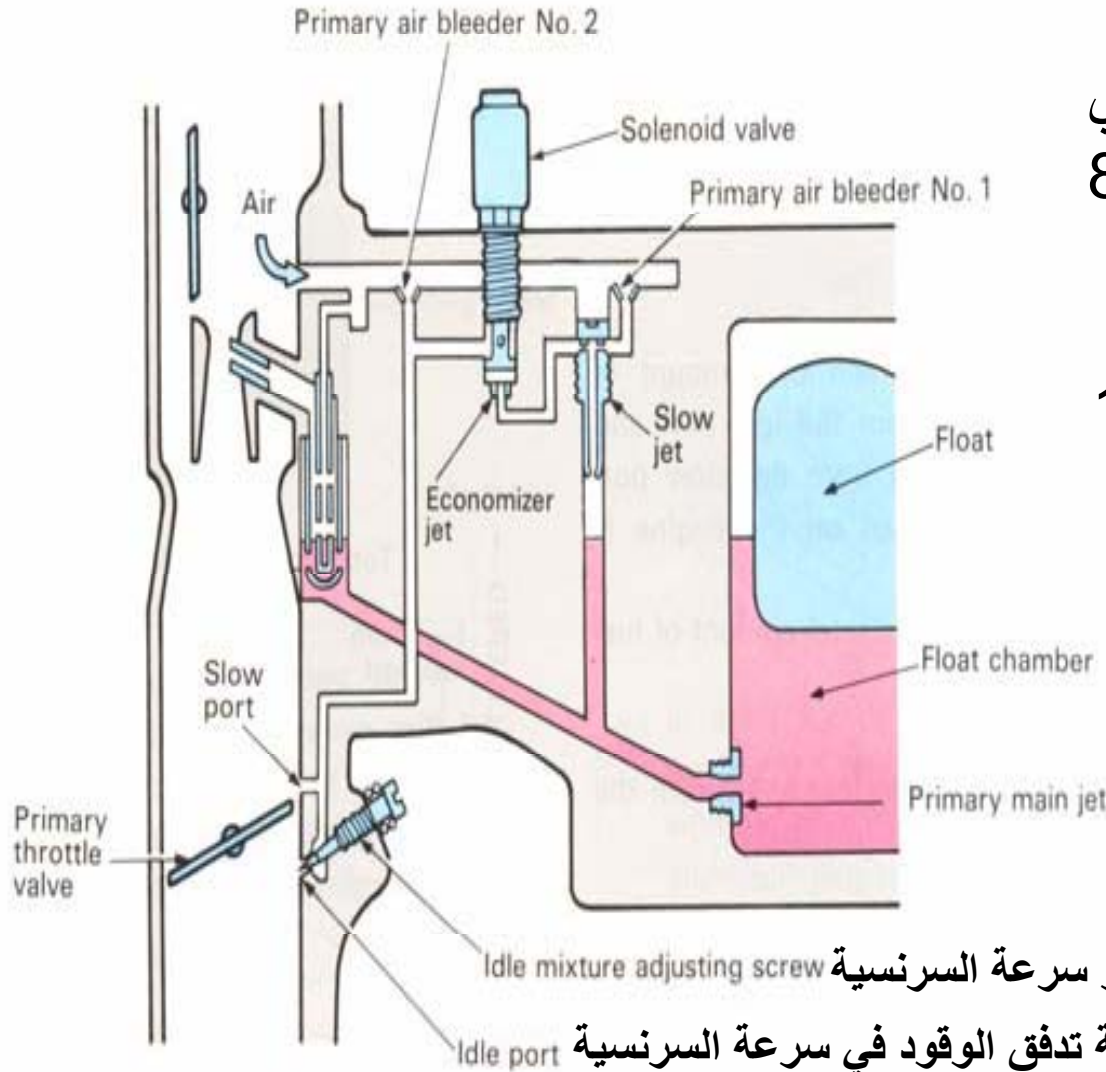
مبدأ عمل المغذي

نظام العوامة:



ووظيفة هذا النظام إن يحافظ على كمية ثابتة من الوقود داخل المغذي حيث إذا زادت كمية الوقود عن سعة خزان المغذي تقوم العوامة التي ترتفع حسب مستوى الوقود عن طريق صمام الإبرة بإغلاق مدخل الوقود

مبدأ عمل المغذي



• في هذا النظام يعمل المحرك بدون أي حمل على سرعة السرنسية (تقريباً 800 دورة) لاحظ أن صمام الخنق مغلق.

• يكون الخليط غني بنسبة تقريباً 1:9

• يتدفق الوقود إلى داخل المحرك من نقطة أسفل صمام الخنق تكون فيها الخلطة أعلى ما يمكن

برغي عيار سرعة السرنسية

فتحة تدفق الوقود في سرعة السرنسية

مبدأ عمل المغذي

• نظام التغذية العادية (الحمل الجزئي) : Part Load

عند بدء الضغط على دواسة الوقود يبدأ فتح صمام الخنق قليلاً ويستمر خروج البنزين والهواء من الممر ويكون المخلوط الناتج فقيراً وغير مناسب لهذه السرعة ولذلك يجهز المغذي بممر آخر يتصل بأنبوبة السرعة البطيئة (السرنسيه) التي يكشف عنها صمام الخنق عند بدء فتحه وتكون معرضة لسحب المحرك وعندئذ يسحب الهواء كمية إضافية من البنزين من الممر بالإضافة إلى كمية البنزين الخارجة من فتحة سرعة السرنسيه ، ويكون المخلوط الناتج من الفتحتين مناسباً للسرعة العادية .

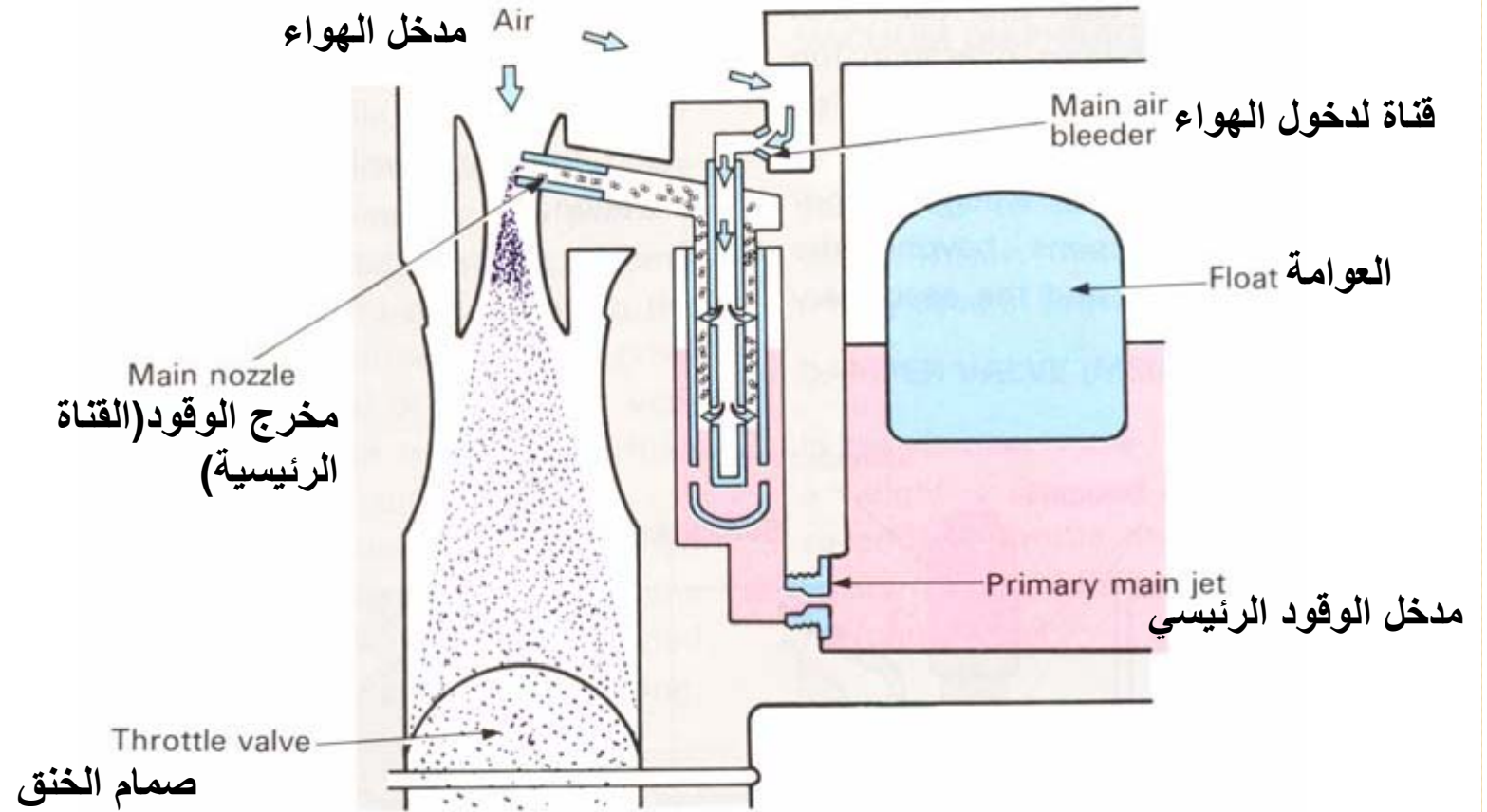
مبدأ عمل المغذي

• التغذية للسرعة العادية (الحمل الكامل) Full

Load :

باستمرار الضغط على دواسة السرعة يفتح صمام الخنق فتحة أكبر وتزداد سرعة المحرك ويمر الهواء بسرعة أكبر عند الاختناق فيقل ضغطه ويخرج البنزين من القناة الرئيسية.

مبدأ عمل المغذي



مبدأ عمل المغذي

• التغذية عند التعجيل :

تعد جميع المغذيات بمضخة تعجيل الغرض منها تزويد المحرك بكمية إضافية من البنزين وذلك بحقنه في أنبوبة الاختناق . عندما يراد تعجيل سرعة السيارة في زمن قصير لكي تتخطى سيارة أخرى . وعند فتح صمام الاختناق مرة واحدة يندفع الهواء في أنبوبة الاختناق ولا يتمكن من اخذ المقدار الكافي معه من البنزين للتعجيل الفجائي وعلى هذا يكون المخلوط فقيراً قد يسبب توقف المحرك .

نسب خلط الهواء والوقود

- نسبة خلط الهواء بالوقود أو نسبة خلط الوقود بالهواء

هي: Air fuel ratio

نسبة الهواء | نسبة الوقود أو نسبة الوقود | نسبة الهواء

$$\text{Air/fuel} = A/F \text{ OR } F/A$$

- حتى نحقق أعلى أداء للمحرك يجب أن تكون نسب الخلط هذه مناسبة لمختلف ظروف عمل المحرك وان يكون الهواء مخلوطا جيدا بالوقود

أنواع نسب الخلط

- الخليط المثالي للهواء والوقود Idle mixture :
وتكون نسبة الخلط A/F في هذا النوع هي $14.7:1$ أي
14.7 كيلوجرام من الهواء تخلط مع 1 كيلوجرام من
الوقود كنسبة وزنيه.

- الخليط الضعيف (الفقر) Poor mixture :
في هذا النوع تكون نسبة الهواء كبيرة بالنسبة للوقود مثل
 $18:1$ ينتج عن مثل هذا الخليط حرق كامل للوقود لكن
يكون أداء المحرك ضعيف

أنواع نسب الخلط

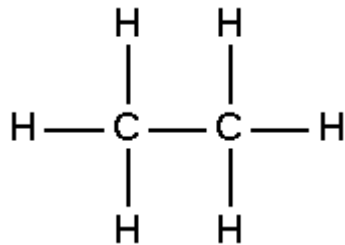
• الخليط الغني Rich mixture :

يحتوي مثل هذا النوع على كمية وقود عالية مقارنة مع الخليط المثالي مثل 1:8 (8 كيلوجرام هواء إلى 1 كيلوجرام وقود)

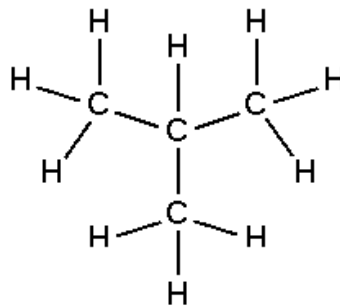
- يزداد استهلاك الوقود
- تكون لون غازات العادم اسود لوجود أجزاء من الوقود غير محترقة
- يحرق شمعات الاشتعال
- يزيد من قدرة المحرك

الجازولين وخواصه

- يتكون من خليط من السوائل البترولية المكونة أساسا من سلاسل الهيدروجين والكربون (الهيدروكربونية) المترابطة على شكل سلاسل خطية أو حلقية أو أفرع مثل



Ethane



Isobutene



Acetylene

ويحسن بإضافة سلاسل الهيدروكربونية الحلقية من البنزين (الايزوكتان) وهو احد نظائر الاوكتان والاسم العلمي هو

Trimethylpentane

خواص الجازولين

1- رقم الاوكتان **Octane number** : هو رقم يعبر

عن مقاومة الجازولين (أو أنواع وقود أخرى تستخدم في محركات الإشعال بالشرارة) للاشتعال الذاتي أو

الصفع Detonation.

وهو عبارة عن النسبة الحجمية بين الايزوكتان الذي يعطى النسبة 100 والهيبتان الذي يعطى النسبة صفر مثال: جازولين 95 يعني ان نسبة الايزوكتان 95% بينما الهيبتان 5%



خواص الجازولين

- يوجد نظامين لتحديد رقم الاوكتان

1- رقم الاوكتان البحثي (RON) Research Octane Number

حيث يحدد خصائص الوقود عند السرعات المنخفضة للمحرك

2- رقم اوكتان المحرك (MON) Motor Octane Number

يحدد خواص الوقود عند السرعات العالية للمحرك

- كلما ارتفع رقم الاوكتان كلما زادت مقاومة الجازولين للصفع

خواص الجازولين

2- التطايرية:

المقصود بالتطاير هو معدل تبخر البنزين أي تحوله من الحالة السائلة إلى الحالة الغازية والمعروف أن السائل يتبخر عند درجة غليانه إلا أن البنزين لا يتبخر جميعه كليةً عند درجة واحدة إذ تختلف درجة تطايره من نوع لآخر لاختلاف نسب المواد الهيدروكربونية المختلفة الداخلة في تركيبه.

خواص الجازولين

3- الخلو من الكيماويات :

يجب أن يكون البنزين خالياً نسبياً من الكيماويات أهمها مركبات الكبريت التي لها آثار ضارة على المحركات من أهمها :

* تكون أحماضاً أثناء عملية الاحتراق تعمل على تآكل وتلف أجزاء المحرك.

* تؤدي إلى تواجد غازات سامة ضمن نواتج الاحتراق تسبب تسمم عمال الصيانة والإصلاح .

* تعطى رائحة كريهة للبنزين .

وتستخدم الإضافات المكونة من مركبات الرصاص لتقليل تأثير مركبات الكبريت وتحسين خواص البنزين.

معدل انتشار اللهب

- تسمى السرعة التي ينتشر بها اللهب خلال الشحنة بمعدل انتشار اللهب ويكون انتشار اللهب بطيئاً عندما تكون الشحنة داخل الاسطوانة ساكنه حيث تنتقل الحرارة من طبقة إلى أخرى مجاورة عن طريق التوصيل الحراري أما إذا كانت الشحنة مستثارة انتقلت الحرارة بواسطة الحمل وزادت سرعة انتشار اللهب والتي تبلغ نهايتها العظمى قرب منتصف الاسطوانة .

العوامل التي تؤثر في سرعة اللهب :

أ- تزداد سرعة انتشار اللهب كلما :

1 - زادت سرعة المحرك الدورانية بسبب الإثارة .

معدل انتشار اللهب

2- كان الهواء رطباً نوعاً ما بحيث لا تزيد نسبة الرطوبة عن 1 % وإلا قلت سرعة الانتشار حيث يعمل بخار الماء كعامل مساعد على الانتشار .

3- زاد ضغط الشحنة أي زادت نسبة الانضغاط نتيجة لزيادة كثافة الهواء داخل الاسطوانة أي الجودة الحجمية .

4 - كان موضع الشرارة مناسباً وقد وجد أن انسب وضع لشمعة الاشتعال هو منصف غطاء الاسطوانات .

ب - تقل سرعة انتشار اللهب كلما :

1 - كان توقيت الشرارة مبكراً أو متأخراً .

2- كان الهواء جافاً .

الاحتراق العادي (بلا دق) Knock

- هو الاحتراق الذي فيه إذا بدأت الشرارة الكهربائية في إشعال الخليط (الشحنة) تنتشر اللهب انتشاراً بطيئاً في جميع الاتجاهات متوافقاً مع الموجات التضاغية المتولدة من انتقال الحرارة الناتجة عن احتراق طبقات الشحنة المجاورة لثغرة الشمعة والضغوط الناتجة عن تمدد غازات احتراقها إلى الطبقات التالية فالتالية والتي تنتشر خلال الشحنة في إتجاه اللهب وحتى إذا ما وصلت إلى نهاية غرفة الاحتراق تكون قد أتت على الشحنة كلها وتم احتراقها بأكملها بسهولة من البداية إلى النهاية مسببة ضغوطاً متتالية منتظمة ودفعاً قوياً مستوياً ومستمراً على المكابس .

الاحتراق اللحظي (المصحوب بالدق): (Detonation)

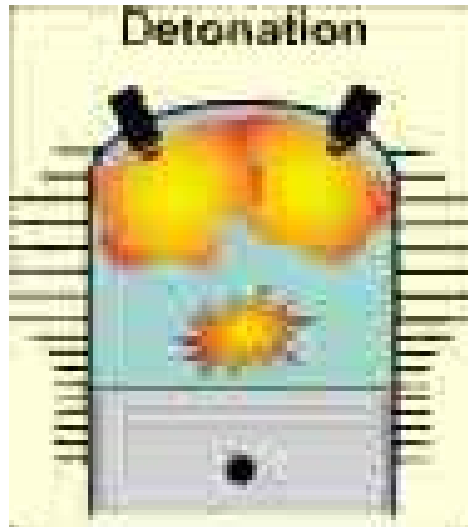
- إذا كان المحرك ذو نسبة انضغاط عالية وكان البنزين المستعمل فيه ذو درجة أوكتين منخفض أو ذو تطايرية عالية غير مناسبة للمحرك أو أن هناك ظروف أخرى تؤدي إلى انتشار اللهب بسرعة عالية كما تنتشر الموجات التضاغطية الناشئة بسرعة أعلى من سرعة انتشار اللهب قد تصل إلى سرعة الصوت 1000 م/ث فإذا ما وصلت هذه الموجات إلى جزء الشحنة المتبقية في نهاية الغرفة و التي لم تحترق بعد- قبل وصول مقدمة اللهب إليها مما يؤدي إلى ارتفاع الضغط ارتفاعاً كبيراً مصحوباً بارتفاع درجة الحرارة تصل إلى درجة الاشتعال الذاتي للبنزين .

الاحتراق اللحظي (المصحوب بالدق): (Detonation)

وعليه يشتعل هذا الجزء المتبقي ذاتياً فينتج عنه موجات تضاغطية عنيفة تذرع الاسطوانة في الإتجاه المضاد وهكذا تصبح المكابس وجدران الاسطوانات معرضة لموجات تضاغطية عنيفة مترددة قد تصل سرعتها إلى 2000 م / ث تسبب طرقاً معدنياً عليها و يظهر هذا الصوت بوضوح عند التعجيل أو عند الأحمال الكبيرة كصعود طريق شديد الانحدار على تعشيق السرعة العالية لصندوق التروس وعندما يكون الصمام الحاكم في المغذى مفتوحاً تماماً ، وعليه يأخذ المحرك شحنة كاملة في أشواط السحب وبالتالي يكون الضغط في نهاية شوط الانضغاط أقصى ما يمكن مما يؤدي إلى حدوث الطرق بعد اشتعال جزء من الشحنة بواسطة الشرارة الكهربائية ويعتبر حدوث الدق هذا من أقوى الأسباب التي تحد من زيادة نسبة الانضغاط في محركات البنزين .

تعريف الدق (Knock)

- هو صوت الارتطام الواقع على المكبس وجدران الاسطوانات والناجم من الاحتراق اللحظي المفاجئ Detonation للجزء الأخير من الشحنة مصحوباً بموجات تضاغية مضادة ذات ضغط قوى وسرعة عالية جداً لا تستطيع المكابس مجاراتها أثناء شوط القدرة أو الشوط الفعال .



أسباب حدوث الدق :-

- 1- زيادة درجة حرارة المحرك أكثر مما يجب لعدم كفاءة دورة التبريد مثلاً .
- 2- زيادة نسبة الانضغاط (ارتفاع درجة حرارة الانضغاط) لزيادة الرواسب الكربونية في غرفة الاحتراق .
- 3- رداءة نوع الوقود المستخدم (أوكتين منخفض – ذو تطايرية غير موائمة للمحرك) .
- 4- ضعف نسبة الخليط .
- 5- عدم ضبط توقيت الإشعال
- 6- عدم مناسبة نوع وموضع الإشعال للمحرك .
- 7- زيادة سرعة المحرك الدورانية حيث ينقص رقم الايزواوكتين بالتالي .
- 8- زيادة جفاف الهواء .
- 9- زيادة الرطوبة زيادة ملحوظة .

أضرار الدق :

- 1- سرعة تآكل سبائك كراسي المرفق.
- 2- احتمال تحطم بعض أجزاء المحرك.
- 3- عدم انتظام دوران المحرك .
- 4- نقص الجودة الحرارية للمحرك .
- 5- ضعف قدرة المحرك حيث أن الضغط الزائد المفاجئ لا يسمح باستغلال كل الطاقة الموجودة في البنزين .

الاحتياطات الواجب اتخاذها لتجنب الدق :

- 1- اختيار نوع الوقود المناسب لنسبة الانضغاط للمحرك .
- 2- وضع الشمعة في المكان الصحيح (قريب من المناطق الأكثر سخونة في غطاء الاسطوانة) .
- 3- تنظيف غرف الاحتراق من الرواسب الكربونية كلما أمكن ذلك .
- 4- اختيار شمعة الإشعال المناسبة .
- 5- ضبط مدى التقديم في شرارة الإشعال التي يسمح بها الوقود في الظروف المختلفة عند كل سرعة بدون حدوث الدق .

ظاهرة سبق الاشتعال: Pre-ignition

- هو نوع آخر من الصفع يحدث نتيجة اشتعال خليط البنزين والهواء اشتعالاً ذاتياً مبكراً قبل حدوث الشرارة المتقدمة قبل وصول المكبس إلى النقطة الميتة العليا بل في أي لحظة أثناء شوط الانضغاط وبغير انتظام من جراء سبق الاشتعال بأي طريقة غير شرارات الكهربية فتتولد عن ذلك موجات تضاغطية تنتشر إلى داخل الاسطوانة في إتجاه مضاد لحركة المكبس وتقاومه نوعاً ما أثناء مشوار صعوده.

والفرق بين التصفيق والدق هو أن التصفيق يحدث قبل حدوث الشرارة الكهربائية من جراء الموجات التضاغطية المتولدة والمضادة لحركة المكبس بينما يحدث الدق بعد الشرارة وتكون الموجات التضاغطية في اتجاه حركة المكبس .

أسباب حدوث سبق الاشتعال :

- 1- وجود رواسب كربونية متراكمة في غرف الاحتراق تزيد من نسبة الانضغاط بالاسطوانات فيرتفع معدل الضغط وتزداد درجة حرارة الانضغاط فترتفع من درجة حرارة النقاط الكربونية البارزة إلى درجة التوهج أو درجة الاشتعال الذاتي للبنزين .
- 2- استعمال زيت تزييت من نوع يتخلف عنه مقدار كبير من الكربون .
- 3- وجود جزيئات الكربون المتحركة خلال الشحنة بداخل غرفة الاحتراق لتخلف جزء من العادم .
- 4- زيادة درجة حرارة طرفي شمعة الإشعال أو صمام العادم .

الأضرار الناتجة عن الاشتعال المبكر :

- 1- فقد في قدرة المحرك .
- 2- زيادة استهلاك البنزين.
- 3- إجهاد الأجزاء المتحركة إجهاداً زائداً قد يصل إلى حد الكسر.
- 4- عدم توقف المحرك عن الدوران بعد قطع دائرة الاشتعال عن طريق مفتاح التوصيل للدائرة الكهربائية (الكونتاكٲ).

إضافات رفع رقم الأوكتين :

1-البترول الناتج عند استخراج غاز الفحم وهو ذو رقم أوكتين عال ويستخدم بنسبة حجميه تصل إلى 20%.

2 الكحول الايثيلي والميثيلي الناتج من تخمير المواد النباتية أو صناعياً من بعض المنتجات البترولية ويستخدم بنسب حجميه تصل إلى 15%.

3 رابع ايثيل الرصاص بنسبة حجميه تصل إلى 5% لتقليل تأثير مركبات الكبريت يلون البنزين الممتاز الذي أضيف إليه سائل الايثيل باللون الأحمر لتمييزه ولمراعاة الحذر التام عند تداوله إذ أن سائل الايثيل سام جدا .

4 رابع كلوريد الرصاص.

5 إضافة مادة عضوية تتكون من الكربون والأيدروجين والأكسجين فقط واسمها ثلاثي (بيونال الأثير الميثيلي) **MTBE** بدلاً من رابع ايثيل الرصاص **TEL** مما يحول دون انبعاث اكاسيد الرصاص ويقلل من انطلاق أول أكسيد الكربون بنسبة 30% مع العادم وهكذا يقل التلوث الذي يضر بصحة الإنسان ويسمي البنزين المضاف إليه هذه المادة بالوقود النظيف أو البنزين الأخضر (حيث يميز باللون الأخضر) ذو الأوكتين 91.