السلسلة العلمية المبسطة

المهندس أحمد ناصيف

محركات الديزل

أسئلة وأجوبة

السلسلة العلمية المبسطة

محركات الديزل

أسئلة وأجوبة

المهندس أحمد ناصيف

دار الكتاب العربي
دمشق - سورية

جميع الحقوق محفوظة

الطبعة الأولى
١٤٠٨هـ - ١٩٨٧م

الطبعة الثانية
١٩٩٣

دمشق - سوريا - الحلبوني - مدخل فندق الشموع
تلفون: ٢٢٣٨١١ - ص.ب. ١٣٣٤٤ - تلكس ٤١١٥٤١

مقدمة

هذا هو الكتاب الثالث من سلسلة كتبنا العلمية العملية المبسطة ، التي كُنّا قد قدمنا إليك منها ؛ ـ مجموعة كهرباء السيارات .

ـ ومجموعة نقل الحركة في ألسيارات .

ـ وسيليها بإذن الله مجموعتا التوجيه والتعليق في السيارات.

أمّا كتابنا هذا ـ محركات الديزل ـ فهو نقلةٌ فنية جديدة تتلاءم مع الحاجة للحفاظ على الطاقة ليصبح محرك الديزل مصدراً أكثر أهميةً لتوفير الطاقة وزيادة المردود في العربات. وكذلك في التجهيزات الصناعية ومحطات توليد الطاقة وغيرها ، لذلك راح الميل لاستعمال محركات الديزل يتزايد يوماً بعد يوم في عالم الصناعة عامة والسيارات بصورة خاصة .

في هذا الكتاب نشرح مبدأ عمل محركات الديزل ، القديمة منها ، والحديثة المعدَّلة أيضاً ، متمِّمين بذلك ما بحثناه في كتابنا ـ أنظمة وقود الديزل « مضخات الحقن والتوزيع » .

وقد ركّز كتابنا هذا على بحث محركات الديزل المستخدمة في السيارات والقاطرات .

وخصصنا كذلك فصلاً يبحث في عملية التشحين . وفي فصل آخر تناولنا بحث موضوع محركات الديزل المستخدمة في السيارات بصورة خاصة .

كما أننا نوّهنا في فصل آخر للبحث في التغيرات التي يجب أن تلائم الوسط المحيط ، لتخفيض الضّجيج والدخان واستهلاك الوقود.

وفيه فصل يتحدث عن تجهيزات الحقن والوقود . وآخر للتجهيزات المساعدة .

آملين أن نكون قد وفقنا في عملنا هذا .

والله ولي الأمر والتوفيق

المهندس أحمد ناصيف

محتويات الفصل الأول
(مبادىء التشغيل)

السؤال	رقم الصفحة
ـ ماذا يقصد بكلمة « ديزل » أو « محرك مازوت » ؟	١٥
ـ كيف نشأ محرك الديزل ؟	١٥
ـ ما هي انواع الوقود المستخدمة في محركات الديزل ؟	١٥
ـ لماذا يصنف محرك الديزل كمحرك احتراق داخلي ؟	١٦
ـ ما هو الفرق الرئيسي بين المحرك البنزيني ومحرك الديزل ؟	١٦
ـ ما هو « حجم الكنس » أو « سعة » الاسطوانة ؟	١٧
ـ ما هو حجم الخلوص ؟	١٧
ـ ما هي « نسبة الانضغاط » لمحرك ديزل ؟	١٧
ـ ما هي نسب الانضغاط العادية للمحركات البنزينية ؟	١٧
ـ ما هي نسب الانضغاط العادية لمحركات الديزل ؟	١٧
ـ ما هي نسب الانضغاط العادية لمحركات الديزل ؟	١٧
ـ ما هما النوعان الرئيسيات لمحركات الديزل ؟	١٨
ـ ما هو المقصود بالمحرك ثنائي الشوط ؟	١٨
ـ ماذا يقصد بالمحرك رباعي الشوط ؟	١٨

السؤال	رقم الصفحة
ـ ما هو الاختلاف الجوهري بين المحرك ثنائي الشوط والمحرك رباعي الشوط ؟	١٨
ـ صف دورة عمل في محرك نموذجي ثنائي الشوط ؟	١٨
ـ هل توجد طريقة اخرى لطرد غازات الاحتراق في المحرك ثنائي الشوط بدلاً من استخدام صمامات العادم الموجودة في رأس الاسطوانة ؟	٢٠
ـ كيف تعمل المحركات ثنائية الشوط ذات المكابس المتقابلة افقياً ؟	٢٠
ـ ما هي دورة التشغيل في المحرك رباعي الشوط ؟	٢١
ـ كيف تُكنس الاسطوانة من غازات الاحتراق في المحركات ثنائية ورباعية الشوط ؟	٢٣
ـ ماذا يقصد بتراكب الصمامات ؟	٢٤
ـ ما هو نوع التدفق المستخدم لكنس غاز العادم في المحرك ثنائي الشوط ؟	٢٤
ـ ما هي مجموعة التدفق الوحيد الاتجاه ؟	٢٥
ـ كيف يُمنع غاز العادم من تلويث شحنة الهواء النظيف في محرك ثنائي الشوط حيث تكون فتحات الهواء بنفس ارتفاع فتحات الافلات أو أعلى منها ؟	٢٥
ـ كيف تعمل مجموعة كاديناسي KADENACY لكنس المحركات الثنائية الشوط ؟	٢٥
ـ ماذا يقصد « بحجرة الاحتراق » في محرك الديزل ؟	٢٦
ـ ما هي الانواع الثلاثة الرئيسية لحجرات الاحتراق للمحركات العالية السرعة ؟	٢٦
ـ ما هي حجرة الاحتراق المفتوحة ؟	٢٦
ـ هل يمكن تسمية حجرة الاحتراق المفتوحة كما هي مستخدمة في محركات السيارات (عالية السرعة) بحجرة دوامية ؟	٢٦
ـ ما هي حجرة الاحتراق الدوامية المستخدمة في المحركات العالية السرعة ؟	٢٨
ـ ما هي حجرة الاحتراق المسبق للمحركات العالية السرعة ؟	٣٠
ـ كيف يصل الوقود إلى اسطوانة المحرك ؟	٣٠
ـ ما هو « ضغط الحقن » للوقود المذرر ؟	٣١
ـ ماذا يقصد « بالتشحين » أو « الشحن بالضغط » ؟	٣١

السؤال	رقم الصفحة
ـ كيف يتم الحصول على الهواء المضغوط والمراوح المستخدمة من اجل التشحين ؟	٣٢
ـ ما هو ظاهرة التضاغط ؟	٣٣
ـ ما هي طريقة التشحين اللاحق للتشحين ؟	٣٣
ـ ما هي اكثر مجموعات التشحين استخداماً وفعالية ؟	٣٣
ـ لم يستخدم التشحين بشكل واسع ؟	٣٣
ـ كم يستطيع ان يزيد المشحن استطاعة الخرج ؟	٣٥
ـ ما هي مجموعة التشحين بنبض غازات العادم ؟	٣٥
ـ ما هو الفرق الاساسي في الأداء بين المشحن العنفي والكومبريكس ؟	٣٦

محتويات الفصل الثاني
(انواع محركات الديزل وتطبيقاتها)

ـ ما هي التطبيقات الرئيسية لمحركات الديزل من حيث سرعة المحرك ؟	٣٩
ـ كيف يمكن مقارنة المحركات الرأسية والافقية (بما فيها محركات V) ذات الاستطاعة المتوسطة والسرعة المتوسطة من اجل الاختيار لعمل ساكن غير متنقل ؟	٤٠
ـ ما هي مزايا محرك الديزل بالنسبة للمحرك البنزيني من اجل سيارات النقل ؟	٤٠
ـ وما هي السيئة الرئيسية ؟	٤١
ـ هل يمكن استخدام محركات السيارات السريعة ومحركات قاطرات السكك الحديدية في التطبيقات الصناعية ؟	٤١
ـ كيف يمكن مقارنة المحرك الثنائي الشوط مع المحرك الرباعي الشوط من حيث الاختيار ؟	٤١
ـ كيف تقدر استطاعات محركات الديزل من حيث الحمولة ؟	٤١
ـ ما هي حمولة « الذروة » ؟	٤٢
ـ بأي شكل يعطي عادة تقدير الاستطاعة المحرك ؟	٤٢

السؤال	رقم الصفحة
ـ ما هي الاستطاعة المكبحية لمحرك ؟	٤٢
ـ ما الذي يتحكم بخرج الطاقة لمحرك ؟	٤٢
ـ كيف تقارن استطاعة الخرج لمحرك ديزل بمجموعة سحب طبيعية مع استطاعة الخرج لمحرك بنزيني ؟	٤٢
ـ لماذا تكون استطاعة الخرج النوعية لمحرك ديزل أخفض من استطاعة الخرج لمحرك بنزيني ؟	٤٣
ـ كيف يتغلب المشحن العنفي على هذه المشكلة ؟	٤٣
ـ ما هي استطاعات الخرج النموذجية للمحركات الدارجة ؟	٤٣
ـ ما هي استطاعات الخرج النموذجية لمحركات الديزل المشحنة ؟	٤٦
ـ ما هي السمات العامة لمحركات الديزل الحديثة ؟	٤٦
ـ ما هي السمات العامة لمحركات الديزل الحديثة ؟	٤٦
ـ ما هي سمات محرك الديزل ذو السعة ١,٥ ليتر المستخدم في السيارات ومن صنع شركة فولكس فاغن ؟	٤٧
ـ ما هي سمات محرك الديزل مرسيدس ـ بنز طراز OM 616 ؟	٤٩
ـ ما هي سمات محرك الديزل فيات FIAT طراز 8280 V8 ؟	٤٩

محتويات الفصل الثالث
(مضخات حقن الوقود)

ـ ما هي الأنواع الرئيسية لمجموعات حقن الوقود ؟	٥١
ـ هل تعطي هذه الأنواع أداءً مختلفاً ؟	٥١
ـ ما هي مجموعة المضخة الموقوتة ؟	٥١
ـ ما هي مضخة التوزيع لحقن الوقود ؟	٥٢
ـ مم تتكون مجموعة حقن الوقود النموذجية ؟	٥٢
ـ كيف تعمل مضخة التغذية بالوقود ؟	٥٣
ـ ما هي وظيفة مضخة حقن الوقود ؟	٥٤
ـ ما هو الغرض من انابيب تسرب الوقود أو انابيب عودة الوقود ؟	٥٤

السؤال	رقم الصفحة

- كيف يتم تشغيل مضخة الحقن الموقوتة عادة ؟ ٥٦
- كيف تتم ادارة عناصر الضخ في المضخة الموقوتة ؟ ٥٦
- ما الذي يتحكم بكمية الوقود المحقونة في كل اسطوانة ؟ ٥٦
- كيف تعمل مضخة حقن موقوتة نموذجية ؟ ٥٦
- كيف يتم تغيير الشوط الفعال لكابس المضخة الموقوتة ؟ ٥٩
- ما هو الفرق الرئيسي بين المضخة الموقوتة ومضخة التوزيع ؟ ٥٩
- ما هي السمات الرئيسية لمضخة التوزيع DPA ؟ ٦٠
- كيف تتم مقايسة الوقود في مضخة التوزيع DPA ؟ ٦١
- كيف يتم ضخ الوقود وتوزيعه في مضخة التوزيع DPA ؟ ٦٣
- ما هي مجموعة الحاقن المتكاملة ؟ ٦٣
- كيف تعمل دارة الوقود في مجموعة كامنيز PT ؟ ٦٣
- كيف تعمل حاكمة (منظم) مضخة الوقود ؟ ٦٥
- كيف يعمل الحاقن ؟ ٦٥

محتويات الفصل الرابع
(الحاكمات)

- كيف يتم التحكم بسرعة محركات الديزل ؟ ٦٩
- ما هو الداعي الى لزوم الحاكمة عندما تكون تحت تحكم السائق ؟ ٦٩
- ما هو عمل حاكمة محرك الديزل المركبة على المضخات الموقوتة ؟ ٧٠
- ما هي أشكال الحواكم قيد الاستعمال ؟ ٧٠
- ما هو عمل الحاكمة الميكانيكية البسيطة الثابتة السرعة ؟ ٧١
- ما هي أنواع الحاكمات الميكانيكية البسيطة الثابتة السرعة ؟ ٧١
- ما هي أنواع الحاكمات الميكانيكية المركبة في محركات السيارات ؟ ٧١
- ما هو عمل الحاكمات الميكانيكية المركبة في محركات السيارات ؟ ٧١
- ما هو عمل الحاكمة الميكانيكية للسرعة بدون حمولة وللسرعة العظمى ؟ ٧٢
- ما هو العمل الرئيسي للحاكمة الميكانيكية ؟ ٧٣

- كيف يؤدي ذلك الى التحكم بالسرعة الأعظمية وبسرعة المحرك بدون حمولة ؟ ٧٣
- ما هي بنية هذه الحاكمة ؟ ٧٤
- ما هو تصميم الحاكمة الميكانيكية لجميع السرعات المركبة على مضخة حقن الوقود طراز DPA من النوع الموزع ؟ ٧٥
الوقود طراز D P A ؟ ٧٧
- ما هو مبدأ الحاكمة الهوائية ؟ ٧٩
- كيف تكون بنية الحاكمة الهوائية ؟ ٧٩
- كيف تعمل الحاكمة الهوائية ؟ ٨٢
- ما هي الطرق المتوفرة للتحكم بواسطة الحجاب من اجل سرعة الدوران بدون تحميل ؟ ٨٣
- كيف يتم ضبط سرعة الدوران بدون حمولة في الحاكمة الهوائية ؟ ٨٥
- ما هي وظيفة جهاز الوقود الزائد ؟ ٨٦
- كيف يعمل جهاز الوقود الزائد النموذجي ؟ ٨٦
- كيف تكون بنية الحاكمة الهيدروليكية المركبة على مضخات الحقن الموقوتة المستقيمة المستخدمة في محركات سيارات النقل ؟ ٨٦
- ما هو مبدأ عمل الحاكمة الهيدروليكية C A V طراز H ؟ ٨٨
- ما هو عمل الحاكمة الهيدروليكية المركبة على مضخة الحقن نوع الموزع طراز D P A ؟ ٩١
- ما هو جهاز الحد من الدخان أو التحكم المعزز ؟ ٩٢
- ما هي الحاجة لجهاز الحد من الدخان او التحكم المعزز ؟ ٩٢
- كيف يعمل هذا الجهاز ؟ ٩٢

محتويات الفصل الخامس

(حواقن الوقود)

- ما هو النوع العادي من حواقن الوقود ؟ ٩٥
- كيف يعمل حاقن الوقود النموذجي ؟ ٩٥
- كيف تكون بنية حامل نموذجي لحاقن الوقود ؟ ٩٧
- ما هي الأنواع المألوفة من الحواقن ؟ ٩٨
- ما هي التغيرات التي جرت لتلائم محركات الديزل للسيارات ؟ ١٠٠
- اذا لم يعمل المحرك بانتظام ، وانحصر الشك بعطل في الحاقن ، كيف يمكن تحديد الاسطوانة ذات الحاقن المعطل ؟ ١٠٠
- كيف يتم اختبار حاقن مشكوك به مركب على أنابيبه الخاصة ؟ ١٠٠
- ما هي الاجراءات التي يجب اتخاذها عند فحص حاقن وقود ؟ ١٠٢
- ما هي الاعطال التي يمكن ان توجد في حواقن الوقود ؟ ١٠٢
- ما هي الاسباب الأربعة المحتملة للضغط العالي للحاقن وما هو علاجها ؟ ١٠٣
- ما هما السببان الأكثر احتمالاً لانخفاض ضغط الحاقن وما هو علاجها ؟ ١٠٣
- ما الذي يمكن ان يسبب تشوه شكل الرذاذ ؟ ١٠٣
- ما الذي يؤدي الى تنقيط الوقود من الحاقن بشكل قطرات ؟ ١٠٣
- ما هو سبب عدم صدور صوت أزيز من صمام الحاقن أثناء عملية الحقن ؟ ١٠٤
- ما هو الغرض من مسمار التحسس المركب على بعض حوامل الحواقن ؟ ١٠٤
- ما الذي يمكن ان يسبب زرقة الحاقن ؟ ١٠٥
- ما هي الأسباب المحتملة للتسرب الزائد للوقود عند وصلة التسرب وما هو علاجها ؟ ١٠٥

محتويات الفصل السادس

(مصافي الوقود)

- ما هي أنواع المواد المستخدمة في المصافي الرئيسية للوقود ؟ ١٠٧
- كيف تكون بنية مصفاة الوقود المصنعة من مادة ورقية ؟ ١٠٧

السؤال	رقم الصفحة
ـ كيف يجدد عنصر التصفية للمصفاة الورقية الرئيسية للوقود ؟	١٠٩
ـ متى تستخدم مصافي الوقود التمهيدية ؟	١٠٩
ـ كيف تنظف مصفاة الوقود التمهيدية ذات المصيدة المائية والحوض الزجاجي ؟	١١١
ـ ما هي اسباب وجود الماء في الوقود وما هي نتائجه ؟	١١١
ـ ما هي اشكال مصافي الماء التي يمكن تركيبها ؟	١١١
ـ كيف يعمل موقف الماء ؟	١١٢
ـ ما هو جهاز التجميع ؟	١١٤
ـ ما الذي يحدد نوع المصفاة المستخدمة ؟	١١٤
ـ ما الذي يقصد بتنفيس مجموعة الوقود ؟	١١٤
ـ ما هو اجراء التنفيس في مضخات الحقن الموقوتة على شكل خط مستقيم ؟	١١٤

محتويات الفصل السابع
(التطورات المتعلقة بحماية البيئة)

ـ ما هي التغيرات الرئيسية التي طرأت مؤخراً على محرك الديزل ؟	١١٧
ـ هل يختلف محرك ديزل السيارات عن محرك الديزل المستخدمة في الشاحنات ؟	١١٧
ـ هل توجد أية فروقات تقنية ؟	١١٧
ـ ما الذي تم عمله لتخفيض الدخان والضجيج ؟	١١٨
ـ هل ادخلت تغييرات رئيسية لتخفيض الغازات ؟	١١٨
ـ هل يؤثر التوقيت المؤخر بأي شيء آخر ؟	١١٨
ـ كيف يمكن أيضاً تخفيض مستوى ضجيج المحرك ؟	١١٨
ـ ما هي الاساليب الدارجة الاستخدام ؟	١١٨
ـ ما هي الطرق الاخرى التي اجريت للمشحنات العنفية ؟	١١٩
ـ ما هي التطورات الاخرى التي ادخلت على المشحنات العنفية ؟	١٢٠

محتويات الفصل الثامن
(التجهيزات المساعدة)

- ما هي التجهيزات المساعدة المركبة عادة على محرك ديزل ؟ ١٢٣
- ما هي انواع محركات الاقلاع المستخدمة في محركات الديزل الحديثة ؟ ١٢٣
- ما هي انواع محركات الاقلاع الكهربائية المستخدمة في محركات الديزل ؟ ١٢٤
- ما هو المقلع المسبق التعشيق ؟ ١٢٥
- هل توجد مساعدات اقلاع لازمة ملحركات الديزل ؟ ١٢٥
- ما هي أنواع مساعدات الاقلاع المستخدمة ؟ ١٢٥
- ما هي مساعدات الاقلاع المستخدمة في محركات الحقن المباشر ؟ ١٢٦
- كيف تركب المنوبة على محرك الديزل ؟ ١٢٦
- لماذا تستخدم المنوبات ؟ ١٢٨
- لماذا تستخدم الضواغط ؟ ١٢٨
- لماذا تعتبر بعض اضافات الوقود أو المشحنات ضرورية أحياناً في الطقس البارد ؟ ١٢٩
- كيف تعمل الاضافات ؟ ١٢٩
- هل بالامكان استخدام مسخنات الوقود في محركات السيارات ؟ ١٣٠

١ ـ مبادىء التشغيل

ماذا يقصد بكلمة « ديزل » أو « محرك مازوت » ؟

عبارة عن محرك احتراق داخلي يستخدم المازوت كوقود ، يحترق هذا الوقود في الأسطوانة بسبب حرارة الإنضغاط . ولذا فإنه يعرف أيضاً بمحرك الاحتراق بالانضغاط .

كيف نشأ محرك الديزل ؟

كان المازوت يحقن في أول محرك اخترعه الدكتور ديزل وظهر عام ١٨٩٣ ، ضمن اسطوانة المحرك ممزوجاً مع دفقة من الهواء المضغوط . مبدأ حقن الهواء لم يعد مستعملاً الآن .

في المحرك الذي اخترعه أكروويد ستيوارت قبل سنتين من تسجيل الدكتور ديزل لاختراعه ، كان المازوت يحقن في اسطوانة المحرك بدون أي هواء مضغوط ، أي بشكل رذاذ من جزئيات المازوت . وقد استخدم مصباح ساخن أو أي مصدر حراري آخر خارجي من أجل الإشتعال . هذا المبدأ من الحقن عديم الهواء مستعمل الآن في غالبية محركات الديزل الحديثة .

ما هي أنواع الوقود المستخدمة في محركات الديزل ؟

المحتوى الرئيسي للوقود المستخدم في محركات الديزل (يدعى وقود الديزل) هو المازوت والذي هو عبارة عن ناتج تقطير بدرجة حرارة متوسطة . وهو

يشبه الكاز ، وخاصيته الحرجة هي أنه يجب أن يشتعل بسهولة عندما ينضغط ويصل إلى درجة حرارة معينة . وهذا معاكس لمتطلب البنزين الذي لا يجب أن يشتعل آنياً . في محركات الديزل المنخفضة السرعة تكون نوعية وقود الديزل أقل حرجاً ، ويمكن أن تعمل على خليط من المازوت ومخلفات الوقود الأكثف .

لماذا يصنف محرك الديزل كمحرك احتراق داخلي ؟

يحول كل من محرك الديزل والمحرك البنزيني الطاقة الحرارية الكامنة في الوقود إلى طاقة ميكانيكية . تتحرر الحرارة في الوقود بفعل احتراق الوقود في الهواء . يصنف محرك الديزل كمحرك احتراق داخلي لأن الهواء يشترك في عملية الإحتراق .

في المحركات البخارية لا يشارك سائل التشغيل في عملية احتراق الوقود ولذا فهو ليس محرك احتراق داخلي .

ما هو الفرق الرئيسي بين المحرك البنزيني ومحرك الديزل ؟

في المحرك البنزيني يسحب خليط من الهواء وبخار البنزين إلى الأسطوانة خلال شوط السحب للمكبس ويشتعل مع نهاية شوط الإنضغاط بواسطة شمعات الإحتراق .

في محرك الديزل يدخل فقط الهواء إلى الأسطوانة خلال شوط السحب - يمكن أن يدخل نتيجة السحب أو بدفعه بواسطة مروحة - ، ثم يحقن المازوت بشكل زذاذ إلى الأسطوانة قبيل شوط الإنضغاط ، فيشتعل آنياً بفعل درجة حرارة الهواء عالي الإنضغاط .

ما هو « حجم الكنس » أو « سعة » الأسطوانة ؟

هو الفراغ أو حجم الكنس الذي يمسحه الكابس في الأسطوانة ويساوي إلى حاصل ضرب شوط الكابس بمساحة مقطعه العرضي .

ما هو حجم الخلوص ؟

هو الفراغ أو الحجم المتبقي في الأسطوانة و/أو رأس الأسطوانة حيث تنضغط شحنة الهواء بفعل الكابس .

ما هي « نسبة الإنضغاط » لمحرك ديزل ؟

نسبة الإنضغاط لمحرك هي نسبة مجموع حجمي الكنس والخلوص في كل اسطوانة إلى حجم الخلوص . إذا كانت سعة أسطوانة مثلاً ٦٤ سم^3 هواء عندما يكون الكابس في أسفل الشوط وهناك فراغ متبقي ٤ سم^3 عندما يرتفع الكابس إلى نهاية شوطه ، فإن نسبة انضغاط المحرك هي ١٦ : ١ .

ما هي نسب الإنضغاط العادية للمحركات البنزينية ؟

مابين ٧ : ١ و ١٠ : ١

ما هي نسب الإنضغاط العادية لمحركات الديزل ؟

ما بين ١٢ : ١ و٢٤ : ١ عموماً تكون نسب الإنضغاط أعلى في محركات الديزل الصغيرة عالية السرعة منها في محركات الديزل الكبيرة بطيئة السرعة . تعتمد نسبة الإنضغاط على نوع حجرة الإحتراق : من النوع المفتوحة أو الدوامية .

ما هما النوعان الرئيسيان لمحركات الديزل ؟

المحرك ثنائي الشوط والمحرك رباعي الشوط .

ما هو المقصود بالمحرك ثنائي الشوط ؟

يحدث شوط عمل واحد (في كل اسطوانة) لكل دورة من دورات الجذع المعقوف للمحرك أي كل شوط من اثنين هو شوط احتراق .

ماذا يقصد بالمحرك رباعي الشوط ؟

يحدث شوط عمل واحد (في كل اسطوانة) لكل دورتين من دورات الجذع المعقوف للمحرك ، أي يوجد شوط احتراق أو شوط عمل واحد وثلاث أشواط خاملة لكل دورتين من دورات الجذع المعقوف .

ما هو الإختلاف الجوهري بين المحرك ثنائي الشوط والمحرك رباعي الشوط ؟

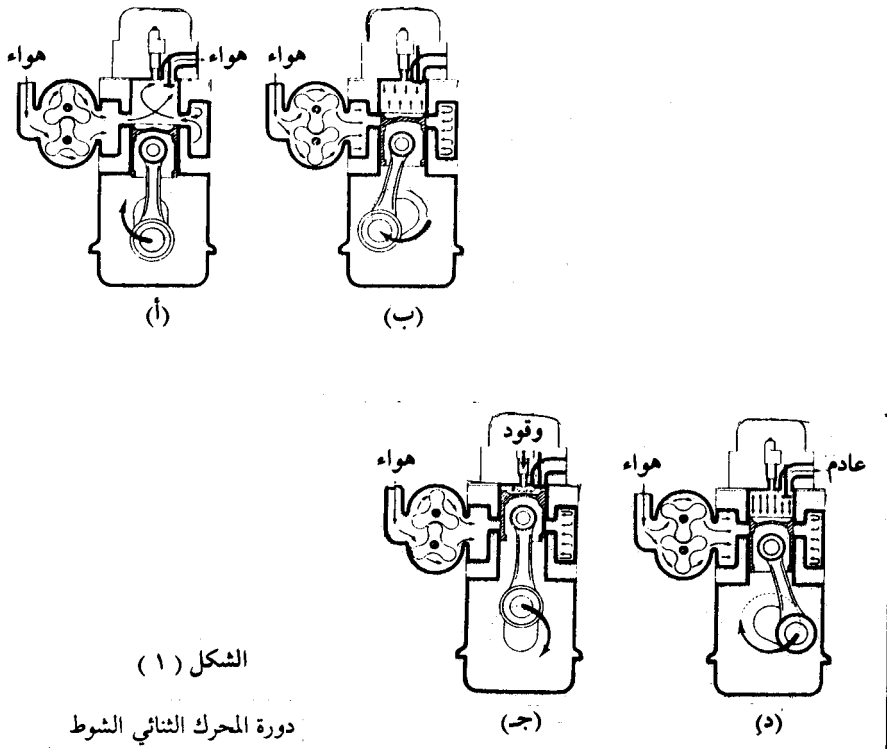
في المحرك ثنائي الشوط تلزم مضخة منفصلة أو مروحة لإعادة شحن الأسطوانة بالهواء ، في حين تقوم الأسطوانة العاملة في المحرك رباعي الشوط بسحب الهواء .

صف دورة عمل في محرك نموذجي ثنائي الشوط ؟

عندما يكون الكابس في أسفل شوطه (الشكل ١ آ) يفتح تماماً فتحات دخول الهواء المتوضعة على محيط جدار الأسطوانة مباشرة فوق رأس الكابس . يدخل الهواء من المروحة إلى الأسطوانة عبر هذه الفتحات ويطرد بقايا الإحتراق

وغازات العادم من خلال صمام العادم المفتوح في رأس الأسطوانة . مع تحرك الكابس إلى الأعلى (الشكل ١ ب) يغطي فتحات دخول الهواء ، يغلق صمام العادم ويقوم الكابس بضغط شحنة الهواء النظيف إلى جزء من حجمها الأصلي ، مثلاً $\frac{١}{١٦}$ وحتى ضغط ٧٠ بار حسب تصميم المحرك . وقبل وصول الكابس إلى نهاية شوطه (الشكل ١ جـ) يضخ الوقود المذرر في الأسطوانة . تقوم درجة حرارة الهواء المضغوط العالية بإشعال الوقود المذرر فينتج ضغط يجبر الكابس على التحرك نحو الأسفل . أثناء شوط نزول الكابس (الشكل١ عـ) يفتح صمام العادم وتكنس الأسطوانة بهواء كنس نظيف بمجرد قيام الكابس بكشف فتحات دخول الهواء .

تتكرر دورة الإحتراق هذه بأكملها لكل دورة من دورات الجذع المعقوف .



الشكل (١)

دورة المحرك الثنائي الشوط

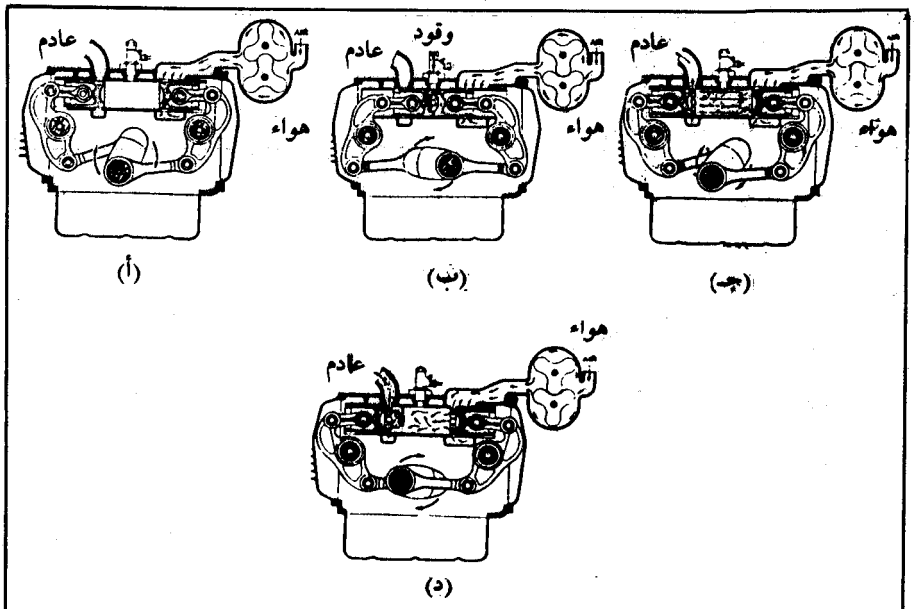
هل توجد طريقة أخرى لطرد غازات الإحتراق في المحرك ثنائي الشوط بدلاً من استخدام صمامات العادم الموجودة في رأس الأسطوانة ؟

نعم . تستخدم بعض المحركات فتحات عادم محيطية متوضعة على محيط جدار الأسطوانة بطريقة مماثلة لتوضع فتحات دخول الهواء .

كيف تعمل المحركات ثنائية الشوط ذات المكابس المتقابلة أفقياً ؟

في المحركات ثنائية الشوط ذات المكابس المتقابلة أفقياً يوجد كابسان متواجهان أمام بعضهما في نفس الأسطوانة . يمكن أن تركب أذرع التوصيل لهما مباشرة على الجذع المعقوف حيث يتواجد جذعان معقوفان لكل محرك ، أو يمكن أن يحركا ذراعان هزازان يقومان بنقل الإستطاعة إلى الجذع المعقوف .

إن حركة أحد الكابسين تتحكم في فتحات الدخول في جدار الأسطوانة في حين تتحكم حركة الكابس الآخر في فتحات العادم ، يركب حاقن الوقود في جدار الأسطوانة بين الكابسين . عندما يمر الكابس من أمام فتحات الدخول تقوم مروحة بدفع الهواء إلى داخل الأسطوانة . بعد ذلك يغطي الكابس الفتحات فينضغط الهواء وترتفع درجة حرارته ، وقرب النقطة الميتة العليا يحقن الوقودُ ثم يشتعل . يؤدي الإحتراق إلى دفع الكوابس بعيداً عن مركز الأسطوانة حتى تنكشف فتحات العادم لتخرج غازات الإحتراق . بعد ذلك مباشرة تنكشف فتحات الدخول ويدخل هواء نقي إلى الأسطوانة فيطرد مخلفات الإحتراق إلى الخارج . من مزايا هذا أن الجريان يتم باتجاه واحد حيث يمكن أن يضبط بحيث يكون حلزونياً لتأمين الإمتزاج الجيد مع الوقود . كما أن عدم استخدام مانعات التسرب والصمامات يؤدي إلى إمكانية تشغيل المحرك عند ضغط عالي . إلا أن هذه المحركات معقدة جداً وغالية الثمن .



الشكل (٢)

دورة ثنائية الشوط والمحرك ذو مكابس متقابلة أفقية

(أ) تغلق فتحات الافلات وتمتلىء الأسطوانة بهواء مضغوط وعند إغلاق فتحات الدخول يبدأ الانضغاط

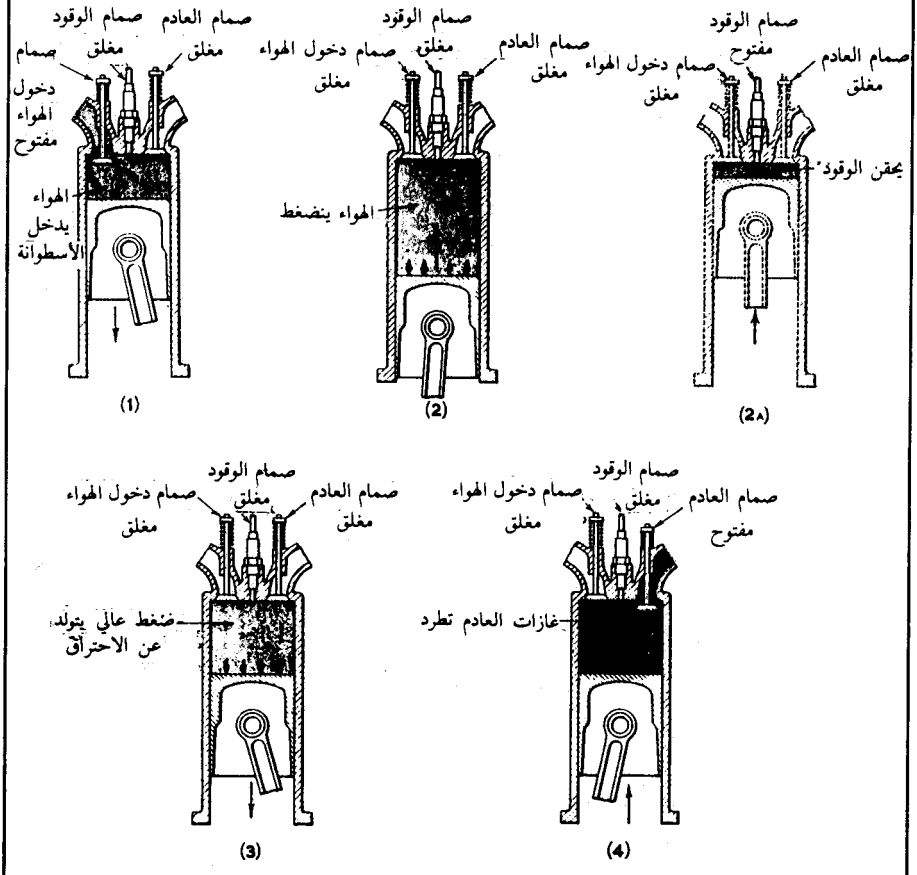
(ب) ينضغط الهواء فترتفع درجة حرارته . وقبيل وصول الكوابس إلى النقطة الميتة الداخلية يحقن الوقود فيشتعل بفعل درجة حرارة الهواء المضغوط فيبدأ شوط القدرة .

(جـ) ينتهي شوط القدرة مع انكشاف فتحات الافلات ومع خروج الغازات من الفتحات يهبط الضغط في الأسطوانة

(د) تفتح فتحات الهواء وتدخل شحنة هواء نقي مضغوطة بالمروحة لتكنس بقايا غازات العادم حتى تغلق فتحات الافلات . ثم تتكرر الدورة .

ما هي دورة التشغيل في المحرك رباعي الشوط ؟

الأشواط الأربعة باختصار هي : السحب والإنضغاط والإحتراق والإفلات .



الشكل (٣) المحرك الرباعي الشوط

شوط السحب (شكل ٣ - ١) : مع تحرك الكابس إلى أسفل الأسطوانة ، فإنه يسحب بفعل تأثير الإمتصاص الهواء إلى داخل الأسطوانة من خلال صمام السحب المفتوح . يبقى صمام الإفلات مغلقاً خلال هذا الشوط .

شوط الإنضغاط (شكل ٣ ـ ٢) : يتحرك الكابس إلى أعلى الأسطوانة حيث يكون كلاً من صمامي السحب والإفلات مغلقين ، فينضغط الهواء إلى حوالي $\frac{1}{16}$ من حجمه الأولي وبضغط ٧٠ بار تبعاً لتصميم المحرك .

شوط الإحتراق (شكل ٣ ـ ٣) : قبيل وصول الكابس إلى نهاية شوطه يحقن الوقود المذرر في الأسطوانة . تشتعل ذرات الوقود بفعل درجة حرارة الهواء العالية فيتولد ضغط مرتفع يجبر الكابس على التحرك إلى الأسفل منفذاً بذلك شوط العمل المفيد . ويفتح صمام الإفلات ليسمح لغازات العادم بالخروج .

شوط الإفلات (شكل ٣ ـ ٤) : يصعد المكبس إلى أعلى الأسطوانة طارداً بذلك نواتج الإشتعال من خلال صمام الإفلات المفتوح . وقبيل نهاية شوط الإفلات يفتح صمام السحب ويغلق صمام الإفلات وتتكرر دورة التشغيل لكل دورتين من دورات الجذع المعقوف .

في العديد من المحركات لا يغلق صمام الإفلات حتى إلى ما بعد مرور المكبس مباشرة من النقطة الميتة العليا وهو يتحرك هابطاً ليؤدي شوط السحب .

كيف تُكنس الأسطوانة من غازات الإحتراق في المحركات ثنائية ورباعية الشوط ؟

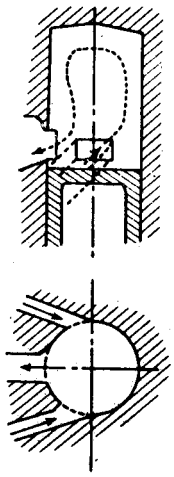
في المحركات ثنائية الشوط يقوم الهواء المدفوع داخل الأسطوانة من خلال فتحات السحب في نهاية شوط الإحتراق بزيادة سرعة طرد غازات العادم من خلال صمامات أو فتحات العادم المفتوحة . يؤمن هواء الكنس من مضخة أو مروحة . في المحركات رباعية الشوط تُكنس الأسطوانة من الغازات المحترقة بواسطة المكبس خلال حركته نحو الأعلى ضمن الأسطوانة في شوط الإفلات ، وثانياً بواسطة الهواء الداخل إلى الأسطوانة أثناء فترة تراكب صمامي السحب والإفلات .

ماذا يقصد بتراكب الصمامات ؟

من أجل المساعدة في طرد غـازات الإحتراق من الأسـطوانة يبقى كـل من صمامي السحب والإفلات مفتوحين معاً فترة من الوقت . يتم تحقيق ذلك بفتح صمام السحب قبل فترة قصيرة من وصول الكابس إلى النقطة الميتة العليـا (في نهاية شوط الإفلات) ، وإغلاق صمام الإفلات بعد فترة قصيـرة من بدء نـزول الكابس إلى أسفل الأسطوانة في شوط الإمتصاص .

ما هو نوع التدفق المستخدم لكنس غاز العادم في المحرك ثنائي الشوط ؟

استخـدمت لذلـك مجموعـات مختلفة ، لكن من المحتمـل أن أفضـل مـا استخدم في المحركـات الحديثـة في مجموعـات SCHNUERLEوالتدفق الـوحيد الإتجاه . ففي هذه المجموعة (الشكل ٤) يوجه الهواء إلى الأعلى عبر فتحات نقل مائلة بآتجاه خلفية الأسطوانة بحيث أنها تكنس عبر قمة رأس الأسطوانات نزولاً إلى فتحة الإفلات .



الشكل (٤)

مجموعة كنس **SCHNUERLE** للمحركات الثنائية الشوط

ما هي مجموعة التدفق الوحيد الإتجاه ؟

في مجموعة التدفق الوحيد الإتجاه المبين في(الشكل ١)لا تغير الغازات الإتجاه خلال مرورها في الإسطوانة ، ولذا تكون فتحات السحب في أحد طرفي الأسطوانة وفتحات الإفلات في الطرف الآخر . تستخدم هذه المجموعة بشكل رئيسي في المحركات الثنائية الشوط ذات المكابس المتقابلة (شكل ٢) .

كيف يُمنع غاز العادم من تلويث شحنة الهواء النظيف في محرك ثنائي الشوط حيث تكون فتحات الهواء بنفس آرتفاع فتحات الإفلات أو أعلى منها ؟

يتم ذلك باستخدام صمام كنس عديم الرجوع يعمل آلياً ويركب في مجمع السحب . يفتح هذا الصمام لإدخال الهواء المدفوع إلى الأسطوانة بعد أن يكون الكابس قد كشف فتحات الإفلات .

كيف تعمل مجموعة كاديناسي KADENACY لكنس المحركات الثنائية الشوط ؟

تستفيد هذه المجموعة من الطاقة الموجودة في مجموعة الإفلات لتأمين انخفاض ضغط في الأسطوانة ، فالفراغ الجزئي يسبب بدوره تدفق هواء الكنس إلى الأسطوانة خلف غازات الإفلات (العادم) الهاربة .

إن فكرة هذه المجموعة تستند على الإفتراض إنه عند فتح صمامات أو فتحات الدخول بسرعة خلال شوط التمدد ، فإنه يوجد خلال الفترة الزمنية الأولية ذات البضعة أجزاء من الألف من الثانية دفقة في الغازات تميل للهرب بشكل سريع من الأسطوانة ، وبالتالي تاركة هبوطاً في الضغط خلفها . يسمح لشحنة من الهواء النقي بدخول الأسطوانة خلف غازات العادم بتوقيت مناسب من فتحات أو صمامات السحب .

ماذا يقصد بحجرة الإحتراق » في محرك الديزل ؟

حجرة الإحتراق هي الحيز الذي يحقن فيه الوقود المذرر ويشتعل بسبب الحرارة العالية للهواء المضغوط .

ما هي الأنواع الثلاثة الرئيسية لحجرات الإحتراق للمحركات العالية السرعة ؟

١ ـ ذات الحقن المباشر (DI) أو الحجرة المفتوحة .
٢ ـ الحجرة الدوامية أو الحجرة المضطربة المنفصلة .
٣ ـ ذات التغذية أو الحجرة المسبقة (الأولية) .

يدعى النوعان /٢و٣/ بمجموعات الحقن غير المباشر (IDI)

ما هي حجرة الإحتراق المفتوحة ؟

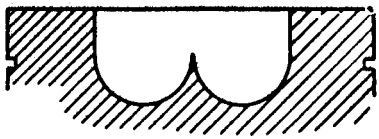
عادة تتشكل حجرة الإحتراق بين الوجه المسطح أو ذو الشكل المخروطي البسيط لرأس الأسطوانة والتجويف المشغل مركزياً في تاج الكابس ، ويتوضع حاقن الوقود في رأس الأسطوانة فوق مركز الأسطوانة .

يمكن أن يكون شكل التجويف في تاج الكابس إما نصف كروي أو كروي تقريباً ، أو أسطواني أو بشكل طاسة أو حلقي . (الأشكال ٥و٦) .

هل يمكن تسمية حجرة الإحتراق المفتوحة كما هي مستخدمة في محركات السيارات (عالية السرعة) بحجرة دوامية ؟

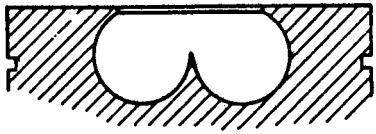
بالضبط . وذلك لأنها تستخدم حركة دوامية منتظمة للهواء في الأسطوانة لحدوث تفاعلات الإحتراق مع دوران المحرك .

لتحريض دوامة الهواء في الأسطوانة يوجه الهواء بشكل مماسي مع دخوله إلى الأسطوانة أما بحجب صمام الدخول (الشكل ٧) أو بإخلاء ممر الدخول (شكل ٨) ، أو كما في حالة المحركات ثنائية الشوط بوضع فتحات مماسية .



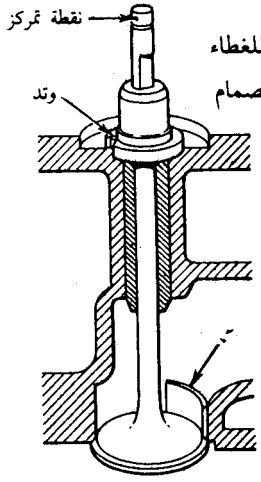
الشكل (٥)

حجرة احتراق حلقية بجوانب مستقيمة في تاج المكبس



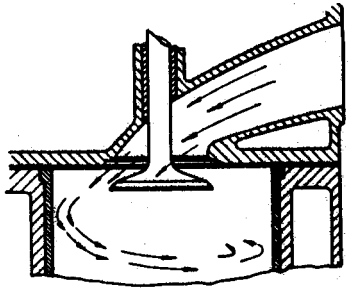
الشكل (٦)

حجرة حلقية بفتحة محدودة في تاج المكبس



الشكل (٧)

صمام دخول ذو غطاء لضمان التوضع الصحيح للغطاء في رأس الأسطوانة يجب أن تكون نقطة ساق الصمام مجاورة لوتد التوضع من أجل حلقة الصمام .



الشكل (٨)

فتحة دخول موجهة

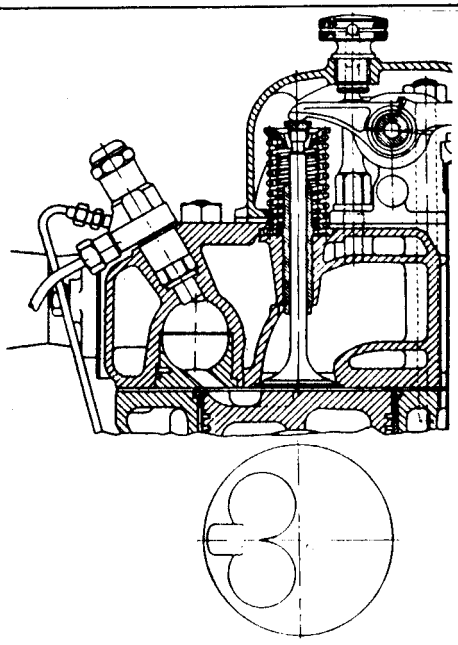
ما هي حجرة الإحتراق الدوامية المستخدمة في المحركات العالية السرعة ؟

عبارة عن تجويف منفصل تماماً عن اسطوانة المحرك . يتم تحريك الهواء المزاح من الأسطوانة خلال شوط الإنضغاط حركة دورانية سريعة ضمن الحجرة الدوامية .

هناك عدة أشكال مختلفة من الحجرات الدوامية ، ولكن من المحتمل أن أفضلها هو نوع كوميت في حجرة الاحتراق نوع RICARDO COMET II COMET III (الشكل ٩) ، يتم نقل ٥٠٪ من حجم الهواء إلى الحجرة الدوامية أثناء شوط الإنضغاط ، والتوازن ـ بعد طرح ذلك الموجود في خلوص الكابس ـ الأسطوانة الموجود في رأس الأسطوانة ـ يوضع في منخفضين بسيطين لهما شكل وعاء مشغلين بشكل مماسي لبعضهما في تاج الكابس . يدخل الهواء الحجرة الدوامية من الأسطوانة عبر ممر مماسي لحجرة الإحتراق وذلك لتأمين الحركة الدورانية المطلوبة .

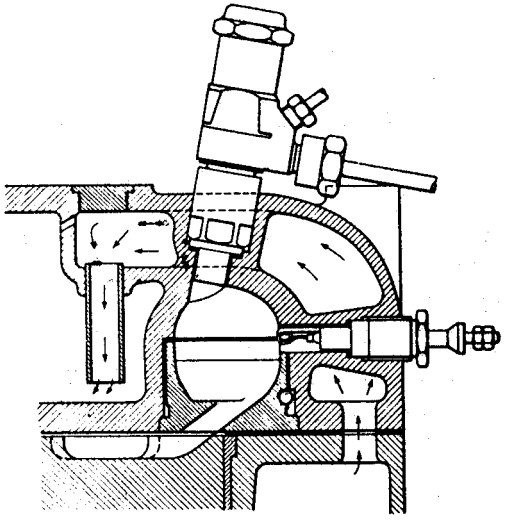
بعد الإشتعال الجزئي للوقود في الحجرة يوجه الغاز المندفع من العنق إلى المنخفضين الموجودين في تاج الكابس ويشكل دوامتين تدوران بشكل متعاكس وتحملان الهواء الموجود بهما بحيث يتلامس مع الخليط المحترق الخارج من الحجرة الدوامية .

في النموذج الأحدث MK.V لحجرة « كوميت » (شكل ١٠) يصنع جانب الجزء السفلي المنفصل للحجرة الدوامية الذي يحقن فيه الوقود بشكل مخروط مقطوع . ويحتفظ الجانب الآخر بشكله الكروي . أيضاً يحتفظ النصف العلوي من الغرفة في رأس الأسطوانة بشكله نصف الكروي .



الشكل (٩)

حجرة الاحتراق الدوامية طراز **MKIII** صنع ريكاردو كوميت



الشكل (١٠)

حجرة احتراق دوامية طراز **MKV** صنع ريكاردو كوميت

ما هي حجرة الإحتراق المسبق للمحركات العالية السرعة ؟

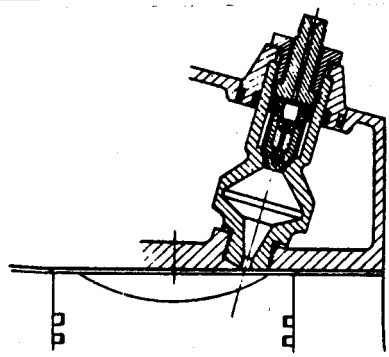
في هذا النوع من حجرات الإحتراق تقسم الحجرة إلى جزئين ، الجزء الكبير يكون قليل العمق ويشبه تجويف طبق ويشغل في تاج الكابس . أما الجزء الصغير يكون في رأس الأسطوانة ويشكل الحجرة الأولية (شكل ١١) . توصل الحجرة الأولية ذات الشكل الكمثري مع الحجرة الرئيسية عبر فوهة صغيرة تسمى بالحراق توضع عند نهايتها الصغرى . يركب حاقن الوقود في قمة الحجرة الأولية أو عند نهايتها الكبرى .

قبيل نهاية شوط الإنضغاط يحقن الوقود في الحجرة الأولية حيث يدفع إلى الجانب الداخلي من الحراق الذي يكون ساخناً تحت ظروف التشغيل . يشتعل الوقود بسبب سخونة جوانب الحراق وآرتفاع درجة حرارة الهواء المضغوط ويؤدي الإرتفاع الناتج في الضغط إلى آندفاع الغاز من الحجرة الأولية دافعاً الوقود إلى الحجرة الرئيسية حيث يكمل آحتراقه مع الحجم الرئيسي للهواء .

في بعض الأنواع من الحراقات يتقارب عدد من الفتحات الصغيرة تجاه فتحة واحدة كبيرة تشكل المخرج الأخير للحجرة الرئيسية . وتستخدم حراقات أخرى فتحة واحدة مستدقة باتجاه الفوهة الصغيرة الحقيقية .

كيف يصل الوقود إلى أسطوانة المحرك ؟

يتم ذلك بواسطة مضخة حقن الوقود آلتي تدفع الوقود المضغوط إلى حاقن الأسطوانة . ترتفع الإبرة في الحاقن عن مقعدها في الوقت المناسب بفعل ضغط الوقود فيتدفق الوقود بشكل رذاذ ليدخل حجرة الإحتراق في المحرك من خلال أو فتحات في نهاية الحاقن .



شكل (١١)
حجرة احتراق مسبق بجوار كاتربيلر

ما هو « ضغط الحقن » للوقود المذرر ؟

يستخدم مجال واسع من ضغوط الحقن في محركات الديزل . ويتم التحكم باختيار الضغط لمحرك ما بطبيعة تصميمه واستخدامه وبحجم الثقب أو الثقوب .

يعتمد الضغط بشكل رئيسي على معدل الحقن المطلوب والذي يعتمد بدوره على حجم الأسطوانة وكمية الإضطراب في حركة الهواء . ولذا ففي المحركات الضخمة يوجد ميل نحو آستخدام ضغوط عالية جداً من فئة ١٠٠٠ بار ، وضغوط ٦٠٠ ـ ٧٥٠ بار في محركات السيارات ذات الحقن المباشر ، في محركات الحقن غير المباشر تستخدم ضغوط منخفضة من رتبة ٢٠٠ ـ ٥٠٠ بار .

ماذا يقصد « بالتشحين » أو « الشحن بالضغط » ؟

التشحين عبارة عن مجموعة تقوم بإدخال الهواء إلى اسطوانة المحرك بضغط أعلى من الضغط الجوي وبالتالي آزدياد الكمية المستهلكة والسماح لنسبة أكبر من الوقود السائل بالإحتراق لتأمين زيادة خرج الإستطاعة للمحرك .

كيف يتم الحصول على الهواء المضغوط في مجموعات التشحين ؟

يتم الحصول على تغذية الهواء المضغوط بعدة طرق :

١ ـ بواسطة مروحة أو ضاغط يدار بواسطة المحرك .

٢ ـ ظاهرة التضاغط .

٣ ـ التشحين .

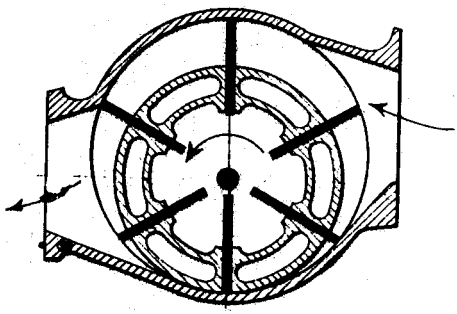
٤ ـ المشحنات العاملة بغاز العادم .

٥ ـ التشحين بنبضات غاز العادم (كومبريكس COMPREX)

ما هي الأنواع الرئيسية للضواغط والمراوح المستخدمة من أجل التشحين ؟

١ ـ المروحة ذات الأرياش اللامركزية

٢ ـ مروحة الطرد المركزي .



الشكل (١٢)

مروحة من النوع ذات الريشات اللامركزية

ما هي ظاهرة التضاغط ؟

إذا تم ضبط أطوال أنابيب السحب بحيث تحدث تذبذبات هوائية توافقية طنينية ، فإن الطاقة الحركية تولد ظاهرة تضاغطية يمكن أن تزيد المردود الحجمي . إلا أن تأثير هذه الظاهرة صغير نسبياً بالمقارنة مع الأشكال الأخرى من التشحين ، كما أن أفضل النتائج يتم الحصول عليها عند سرعة واحدة فقط .

ما هي طريقة التشحين اللاحق للتشحين ؟

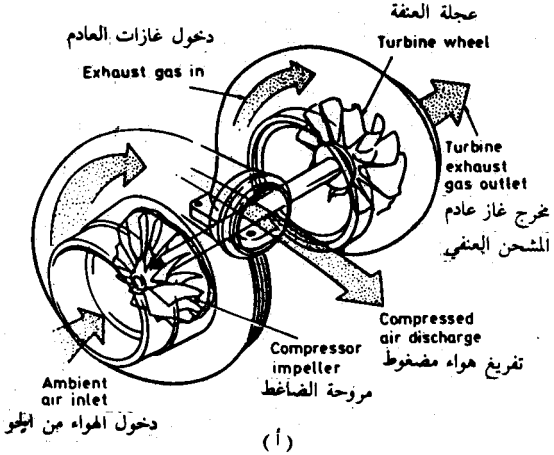
أثناء الجزء الأخير من شوط الإمتصاص لمحرك رباعي الشوط يدخل الهواء المضغوط إلى الأسطوانة (المملوءة سابقاً بهواء الإمتصاص ذي الضغط الجوي) بضغط كاف لتأمين الدرجة المطلوبة من التشحين . يدخل الهواء المضغوط بشكل عادي إلى الأسطوانة من خلال صمام سحب مصمم بشكل خاص .

ما هي اكثر مجموعات التشحين استخداماً وفعالية ؟

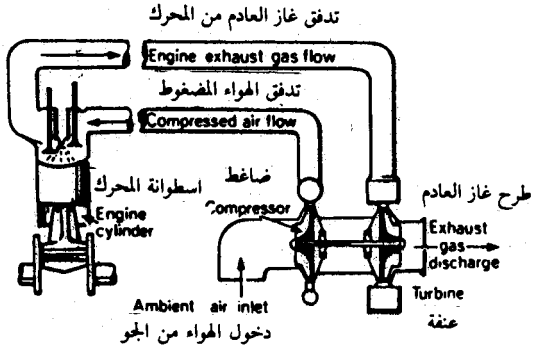
باستخدام غازات العادم لمحرك في تدوير عنفة مقترنة مباشرة مع ضاغط هواء دوار أو مروحة تقوم بتزويد الهواء المضغوط الى مجمع السحب في المحرك (الشكلين ١٣ و ١٤) .

لم يستخدم التشحين بشكل واسع ؟

ميزة التشحين هي أن الطاقة المستخدمة ـ المتوفرة في غازات العادم ـ تعتبر طاقة ضائعة ، وبذلك لا تستهلك اية طاقة زائدة من قبل المشحن. يمكن للمشحنات التي تدار بواسطة المحرك ان تستهلك شيئاً من الطاقة خاصة عند السرعات العالية .



(أ)

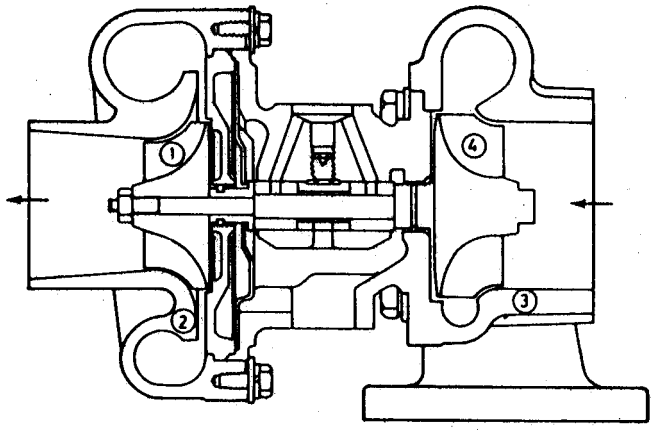


(ب)

الشكل (١٣)

(أ) تدفق غاز الدخول **والعادم** خلال المشحن نفسه

(ب) تدفق غاز الدخول **والعادم** عند ربط المشحن بالمحرك



الشكل (١٤)

مشحن عربة

تدير غازات العادم الخارجة من المحرك عجلة العنفة ١ ثم تطرح من خلال الغلاف ٢ إلى الخارج . يدخل الهواء إلى غلاف الضاغط ٣ وينضغط بواسطة عجلة الضاغط ٤ ثم يطرح إلى مجمع الافلات (العادم)

كم يستطيع ان يزيد المشحن استطاعة الخرج ؟

تعتمد زيادة الطاقة على الاستخدام وعلى مجال السرعة المطلوبة . في معظم تطبيقات السيارات حيث يطلب مجال سرعات واسع مع عزم جيد عند السرعات المنخفضة تكون الاستطاعة عادة اكبر بمقدار ٢٥ ـ ٥٠٪ من استطاعة المحرك ذي السحب الطبيعي . حاليا تستخدم محركات مُشَّحنة ذات نسب انضغاط عالية تعطي استطاعة اكبر بمقدار ٦٠ ـ ٨٠٪ من استطاعات المحركات ذات السحب العادي ، وقد وصلت هذه الزيادة الى حوالي ٢٥٠٪ في بعض المحركات العسكرية .

ما هي مجموعة التشحين بنبض غازات العادم ؟

تسمى بمجموعة كومبريكس COMPREX التي طورتها شركة براون بوفري

BROWN BOVERI وتستخدم فيها نبضات في غازات العادم لضغط هواء السحب ايضاً بشكل نبضات . إن وحدة كومبريكس عبارة عن عضو دوار مزود بمراوح قطرية على محور ويحيط به غلاف .

توجد في احد الطرفين فتحة دخول متصلة بمجمع الافلات (العادم) ، يجاورها فتحة تفريغ تمتد الى انبوب العادم . في الطرف الآخر من الغلاف يوجد زوج من الفتحات يتصل المدخل مع مصفاة هواء ، والمخرج بمجمع السحب للمحرك . يدار العضو الدوار بواسطة الجذع المعقوف ولكنه غير موقوت .

هكذا عند كل شوط افلات تدفع غازات العادم خلال الانبوب الى الغلاف ، وتمر الغازات عبر ممر بين زوج من الشفرات . وبما ان الغلاف مليء بالهواء فإن غازات العادم تضغط هذا الهواء مقابل نهاية الغلاف . بعد ذلك ، عندما يدور العضو الدوار يتحرك الحيز الكائن بين الشفرات بعكس فتحة الخروج ، ويدفع الهواء خلال مجمع السحب الى المحرك . يستمر العضو الدوار بالدوران بحيث أن غازات العادم تصطدم نهاية الغلاف وترتد بحيث تخرج من فتحة الخروج إلى مجموعة الافلات (العادم) . ومع طرح غازات العادم يتشكل فراغ جزئي أو انخفاض ضغط في الغلاف فيدخل هواء نقي اضافي للدورة التالية .

ما هو الفرق الاساسي في الأداء بين المشحن العنفي والكومبريكس ؟

يعتمد المشحن العنفي على ضاغط بالطرد المركزي وعنفة بالطرد المركزي ، ولذا فان على على غازات العادم ان تتغلب مع عطالة الاجزاء الدوارة قبل ان تتمكن من تسريعها لأعطاء مزيد من الطاقة . لذلك يكون المشحن العنفي افضل عند السرعات العالية . ولكنه لا يتمكن من التواؤم مع المحرك مع كامل مجال السرعات ما لم يستخدم مشحن عنفي مركب ، وهذا مكلف جداً . أيضاً يوجد تأخير طفيف قبل أن يزداد التعزيز ، ولذا يطلب الانتباه لمواءمة مجموعة الوقود مع المشحن العنفي .

في مجموعة الكومبريكس لا توجد عطالة يلزم التغلب عليها ولذا فإن الاستجابة آنية بالاضافة الى ذلك تميل المجموعة الى اعطاء عزم اكبر في السرعة المنخفضة من العزم بوجود المشحن العنفي ، ولذلك فهو ملائم بشكل خاص للسيارات التجارية . الا انه غالي الثمن نسبياً .

٢ ـ انواع محركات الديزل وتطبيقاتها

ما هي التطبيقات الرئيسية لمحركات الديزل من حيث سرعة المحرك ؟

١ ـ المحركات البطيئة السرعة (٩٥ ـ ٥٠٠ دورة/ دقيقة) :

محركات دفع بحرية كبيرة (تعشيق مباشر او بمجموعة ادارة بمسننات تخفيض إلى المروحة)

٢ ـ المحركات المتوسطة السرعة (٥٠٠ ـ ١٠٠٠ دورة/ دقيقة) :

أ ـ وحدات دفع بحرية من أجل سفن الصيد الكبيرة وزوارق القطر والسفن التجارية الساحلية وسفن عبور الشواطيء . (تخفيض بأستخدام مسننات تعشيق أو مجموعة ادارة كهربائية ـ ديزل) :

ب ـ الأعمال الساكنة غير المتحركة ، مثالية لتطبيقات التشغيل المستمر كمجموعات التوليد البرية والبحرية ، ومجموعات الضخ (المياه والمجارير وخطوط توزيع الغاز وخطوط البترول) أيضاً كمجموعات توليد احتياطية أوتوماتيكية في محطات توليد الطاقة والمنشآت الصناعية .

ج ـ السكك الحديدية (قاطرات مناورة ، عربات السكك الحديدية ، قاطرات الديزل الكهربائية) .

٣ ـ المحركات العالية السرعة (أعلى من ١٠٠٠ دورة/ دقيقة) :

أ ـ السكك الحديدية (كما ذكر أعلاه) .

ب ـ العربات التجارية وباصات السفر وباصات المواصلات العامة في المدينة والسيارات الخاصة والجرارات الزراعية .

ج ـ التطبيقات الصناعية بما في ذلك توليد الطاقة الكهربائية .

ما هي الانواع المألوفة من محركات الديزل ؟

بالاضافة إلى محركات الديزل ذات مجموعة سحب الهواء العادية أو المشحنة ، يمكن تصنيف المحركات حسب ترتيب اسطواناتها . واكثر التصاميم عمومية هي :

١ ـ المحركات التي تكون محاور اسطواناتها افقية أو رأسية أو مائلة بشكل حرف V (هذه الأنواع ثنائية أو رباعية الشوط) .

٢ ـ المحركات ذات المكابس المتقابلة افقياً او عمودياً (هذا النوع ثنائي الاشواط) .

٣ ـ محركات الدفع البحرية الكبيرة برأس وصل وحيد التأثير وجذعية (ثنائية ورباعية الشوط) ، محركات برأس وصل مزدوج التأثير (ثنائية الشوط) ، محركات برأس وصل ثنائية الشوط وحيدة ومزدوجة التأثير من النوع ذي المكابس المتقابلة .

كيف يمكن مقارنة المحركات الرأسية والأفقية (بما فيها محركات V) ذات الاستطاعة المتوسطة والسرعة المتوسطة من اجل الاختيار لعمل ساكن غير متنقل ؟

بقي المحرك الأفقي المتوسط السرعة لعدد من السنوات منتشر الاستعمال من اجل عمليات الضخ وكمحرك احتياطي لمجموعات التوليد وللاستخدامات التي يتم فيها نقل الحركة بواسطة السيور الناقلة ولكن حالياً حل محله المحرك الرأسي ، والسبب الرئيسي لذلك هو انخفاض الوزن بالنسبة لوحدة الاستطاعة . ولمتطلبات المساحة الارضية الصغيرة اللازمة للمحركات الرأسية .

ما هي مزايا محرك الديزل بالنسبة للمحرك البنزيني من اجل سيارات النقل ؟

المزايا الرئيسية هي ان المازوت ارخص سعراً من البنزين كما ان كمية الوقود المستهلكة لقطع مسافة معينة أقل بكثير من الكمية اللازمة للمحرك البنزيني .

وما هي السيئة الرئيسية ؟

كلفة محرك الديزل اكبر من كلفة المحرك البنزيني من اجل نفس الاستطاعة على الرغم من ان هذه الكلفة الاولية الاكبر تغطى بتكاليف التشغيل الأقل .

هل يمكن استخدام محركات السيارات السريعة ومحركات قاطرات السكك الحديدية في التطبيقات الصناعية ؟

يمكن ذلك باجراء بعض التعديلات .

كيف يمكن مقارنة المحرك الثنائي الشوط مع المحرك الرباعي الشوط من حيث الاختيار ؟

كلا المحركان متماثلان من حيث مجالات السرعة المتوسطة والسريعة ، إلا أن المحرك الثنائي الشوط أعم استخداماً في التطبيقات المستمرة بسرعة منخفضة كالرفع البحري .

كيف تقدر استطاعات محركات الديزل من حيث الحمولة ؟

في محركات الديزل من الضروري تحديد الحمولة الاعظمية التي سيتحملها المحرك لفترة محددة ، هذه الحمولات هي الحمولات المقدرة للمحرك وتعطى عادة بالاشكال الثلاثة التالية لتقدير الاستطاعة :

١ ـ تقدير بـ ١٢ ساعة ، وهي الحمولة الكلية الاساسية .

٢ ـ تقدير بساعة واحدة أو حمولة زائدة وهو اكبر بمقدار ١٠٪ من التقدير بـ ١٢ ساعة .

٣ ـ تقدير مستمر أو تقدير بـ ٢٤ ساعة وهو اقل بمقدار ١٠٪ من التقدير بـ ١٢ ساعة .

يشير التقديران (١) و (٢) إلى فترة من الزمن يحمل المحرك خلالها الحمولة المحددة . أما التقدير المستمر (٣) فيحمل المحرك فيه الحمولة ليلاً ونهاراً حتى يحدث عطل ميكانيكي يتطلب الاصلاح .

ما هي حمولة « الذروة » ؟

تعطى هذه الحمولة من قبل بعض صانعي المحركات وتتعلق بالحمولة التي يستطيع المحرك ان يتحملها لبضعة دقائق في شروط طارئة . عملياً يتم تركيب مصدم على مضخات حقن الوقود لمنعها من توريد الوقود الكافي لتجاوز تقدير الاستطاعة بساعة واحدة .

بأي شكل يعطى عادة تقدير الاستطاعة للمحرك ؟

يعطى بالكيلووات عند عدد دورات معين في الدقيقة للجذع المعقوف للمحرك .

ما هي الاستطاعة المكبحية لمحرك ؟

إن الاستطاعة المكبحية لمحرك ما هي الاستطاعة المفيدة المولدة على الجذع المعقوف للمحرك بعد التغلب على مقاومة الاحتكاك للمحرك نفسه وتعرف بالاستطاعة المكبحية لأن الاستطاعة يمكن ان تُمتص وتقاس على دينامومتر (مقياس قوة) . يدعى الدينامومتر بالكابح لأنه يمتص ويبدد الطاقة التي يولدها المحرك .

ما الذي يتحكم بخرج الطاقة لمحرك ؟

تعتمد الاستطاعة الاجمالية لأي محرك على تصميمه وعلى قطر الاسطوانات وشوط الكابس وعدد الاسطوانات والسرعة المقدرة والاستخدام المطلوب منه .

كيف تقارن استطاعة الخرج لمحرك ديزل بمجموعة سحب طبيعية مع استطاعة الخرج لمحرك بنزيني ؟

إن استطاعة الخرج الاعظمية لمحرك ديزل ذي مجموعة سحب طبيعية هي أقل من استطاعة محرك بنزيني مكافيء . وإن محركات الديزل الصغيرة المستعملة في السيارات لها استطاعات خرج نوعية أكبر حيث تصل هذه الاستطاعات حتى حوالي ٢٠ ـ ٢٣ كيلو وات / ليتر . تبلغ استطاعة الخرج النوعية للمحرك البنزيني النموذجي المستخدم في سيارة صالون حوالي ٣٠ ـ ٣٥ كيلو وات /ليتر .

لماذا تكون استطاعة الخرج النوعية لمحرك ديزل أخفض من استطاعة الخرج لمحرك بنزيني ؟

تكون استطاعة الخرج لمحرك بنزيني محدودة بالمرود الحجمي . بازدياد السرعة إلى ما قرب استطاعة الذروة يتناقص المردود الحجمي حتى يسحب خليط غير كاف الى المحرك لزيادة خرج الاستطاعة . وهكذا بزيادة المردود الحجمي يمكن زيادة خرج الاستطاعة . في محرك الديزل تسحب نفس كمية الهواء عند جميع السرعات ، وتزداد استطاعة الخرج مع حقن كمية اكبر من الوقود . وبمجرد حقن كمية من الوقود اكبر مما تستطيع كمية الهواء الموجودة احراقه يصبح الاحتراق غير كامل ويخرج دخان اسود من انبوب العادم . لذلك فالاستطاعة محدودة بما يمكن الحصول عليه بدون توليد كميات كبيرة من الدخان .

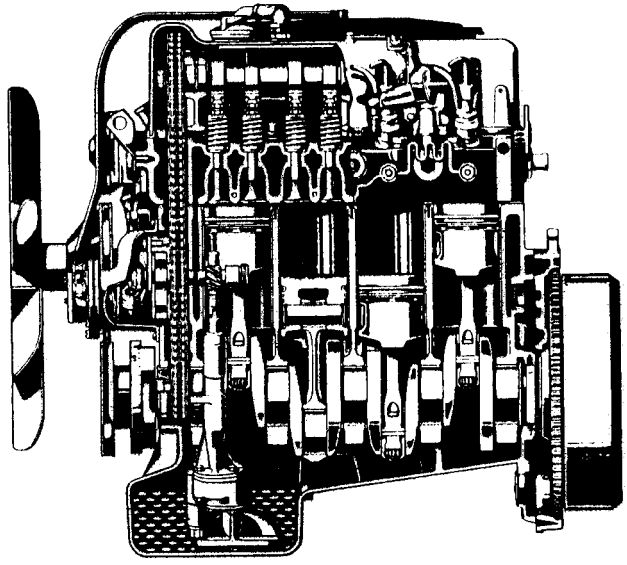
كيف يتغلب المشحن العنفي على هذه المشكلة ؟

بما ان المشحن العنفي يقوم بضغط الهواء فهذا يعني وجود كمية اكبر من الهواء في الاسطوانة يمكن ان يستفاد منها في حرق الوقود . نظرياً يمكن للمحرك المشحَّن توليد كمية هائلة من الطاقة ، ولكن عملياً تكون الاستطاعة محدودة بالاجراءات الحرارية في المحرك وبالحاجة للمحافظة على انتشار واسع من الاستطاعة .

ما هي استطاعات الخرج النموذجية للمحركات الدارجة ؟

تتراوح استطاعات الخرج لمحركات الديزل ذات مجموعات سحب الهواء الطبيعية المستخدمة في السيارات من ١٠ ـ ٢٤ كيلو وات / ليتر تقدر عادة استطاعات المحركات الصناعية من ١٠ ـ ١٢ كيلو وات /ليتر . فيما يلي بعض محركات الديزل النموذجية الحديثة : محرك بيركينز PERKINS نوع 4.2032 SQUISH LIP يولد استطاعة قدرها ٤٤ كيلو وات عند سرعة ٢٦٠٠ د/د من سعة اسطوانات قدره ٣,٣ ليتر وبالتالي فإن استطاعة الخرج النوعية هي ١٢ كيلو وات/ليتر . محرك بيركينز النموذجي 6.354 (٥,٨ ليتر) المستخدم في الشاحنات ومحرك فيات FIAT (٨,١ ليتر) حيث يولد الأول استطاعة قدرها ٩٣ كيلو وات والثاني ١٢٦ كيلو وات تكافىء ١٥,٥ ـ ١٦ كيلو وات/ليتر ، وتتولد الاستطاعة القصوى عند حوالي ٢٦٠٠ د/د .

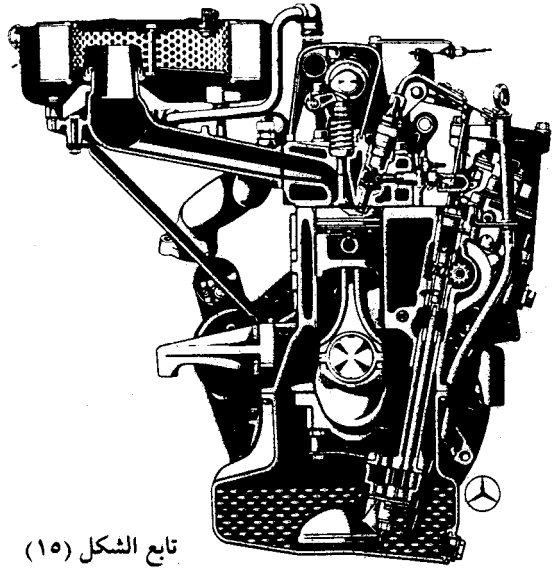
من محركات الديزل المستخدمة في السيارات محرك مرسيدس بينز MERCEDES — BENZ (٢,٤ ليتر) الرباعي الاسطوانات ذو استطاعة خرج قدرها ٥٣ كيلو وات عند سرعة ٤٤٠٠ د/د (٢٢ كيلو وات/ليتر) ، بينما يولد محرك فولكس فاغن VOLKSWAGEN ٣٧ كيلو وات عند سرعة قدرها ٥٠٠٠ د/د (٢٥ كيلو وات/ليتر) ويعتبر محرك نموذجي صغير وحديث وذو استطاعة مقدرة عالية .



The Mercedes-Benz OM616 four-cylinder 2.4-litre engine develops 53 kW at 4400 rev/min

الشكل (١٥)

محرك مرسيدس ـ بنز طراز **oM616** أربع أسطوانات وسعة ٢,٤ ليتر . يعطي ٥٣ كيلووات عند ٤٤٠٠ د/ د



تابع الشكل (١٥)

ما هي استطاعات الخرج النموذجية لمحركات الديزل المشحنة ؟

يستخدم التشحين عادة لزيادة خرج الاستطاعة بحوالي ٢٥ - ٣٠٪ للمحركات المستخدمة في الشاحنات ، ولكن الاتجاه الآن هو الحصول على خرج نوعي أعلى ، لذلك وبشكل عام يكون للمحركات المشحنة المستخدمة في الشاحنات استطاعات خرج تقدر بحوالي ٢٠ كيلو وات/ليتر . كمثال نموذجي هو محرك بيركينز T6.354 الذي يولد ١١٦ كيلو وات عند ٢٦٠٠ د/د (٢٠ كيلو وات/ليتر) . لقد استثمرت شركة رولز رويس ROLLS — ROYCE التشحين لاعطاء استطاعات خرج نوعية أعلى بكثير في محركيها الديزل الكبيرين طراز CV-8 وCV-12 من أجل الاستخدامات الصناعية والعسكرية . فمن أجل الاستخدام التجاري تكون الاستطاعة المقدرة ٤١٠ كيلو واط لمحرك ثماني الاسطوانات على شكل Vوبسعة ١٧,٤ ليتر ، ولكن من أجل الاستخدامات العسكرية فقد زيدت استطاعة الخرج حتى ٦٠٠ كيلو واط (٣٤ كيلو واط/ليتر) . إن الاتجاه هو نحو هذا المقدار من استطاعات الخرج في المستقبل .

ما هي السمات العامة لمحركات الديزل الحديثة ؟

على الرغم من وجود نوعين من محركات الديزل : حقن مباشر وحقن غير مباشر ، فان لهذين النوعين سمات مشتركة كثيرة . حالياً لجميع المحركات كتلة اسطوانات مستقلة ورؤوس مستقلة . وهي عموماً مصبوبات حديدية . اما الحوض القابل للانفصال فيمكن ان يكون من صبة من الالمنيوم أو من فولاذ مكبوس ، ولابقاء الاصوات اخفض ما يمكن بالنسبة لكتلة الاسطوانات فانها تصنع من صبة متينة يكون لها عادة غلاف حمل واحد بين زوج من الاسطوانات - اي توجد خمسة مضاجع رئيسية لمحرك.من أربع اسطوانات وسبعة مضاجع لمحرك من ستة اسطوانات - وتمتد كتلة الاسطوانات عادة للاسفل مروراً بمحور الجذع المعقوف .

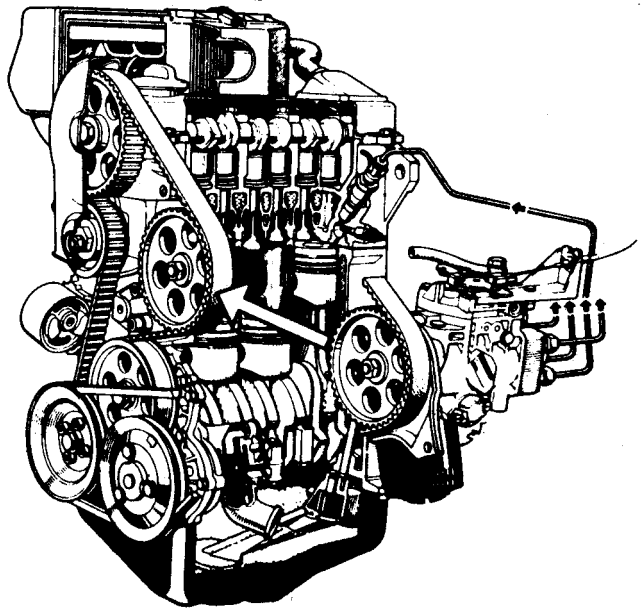
تستخدم بطانات اسطوانية رطبة أو جافة في محركات الديزل المجهزة للمهام الشاقة . في معظم الحالات يفضل استخدام البطانات الجافة التي تُركب في كتلة الاسطوانات اما بالكبس وإما بالانزلاق وذلك لان استخدام هذا النوع من البطانات يعطي كتلة اسطوانات قوية . كما تستخدم البطانات الرطبة عموماً في محركات الديزل الكبيرة جداً بسعات اكثر من ١٠ ليتر .

تصنع عادة البطانات من حديد الصب في حين تصنع الكوابس من خليطة المنيوم منخفضة التمدد تركب الصمامات شاقولياً في رأس الاسطوانات وتشتغل عادة بواسطة أذرع الدفع والأذرع المتأرجحة من عمود الكامات . من السمات الهامة لمحرك الديزل هي مجموعة ادارة التوقيت التي يجب أن تدير مضخة الحقن وكذلك عمود الكامات ولذا فهي معرضة لحمولات كبيرة . بالاضافة الى ذلك يجب أن تحافظ على توقيت حقن دقيقة جداً . لذلك كي تتم ادارة عمود الكامات ومضخة الحقن ومضخة الزيت والضاغط وجهاز تصريف الغازات من الطبيعي ستخدام مسننات تكون عادة حلزونية في المحركات الصغيرة يوجد اتجاه نحو استعمال مجموعات ادارة توقيت بواسطة سيور ناقلة مطاطية مسننة .

ما هي سمات محرك الديزل ذو السعة ١,٥ ليتر المستخدم في السيارات ومن صنع شركة فولكس فاغن ؟

لمحرك الديزل سعة ١,٥ ليتر صنع شركة فولكس فاغن قطر × شوط ٧٦,٥×٨٠ مم ويعطي ٣٧ كيلو واط عند ٥٠٠٠ د/د العزم الاعظمي ٧٩ ن م عند ٣٠٠٠ د/د . صححت هذه الوحدة على اساس محرك فولكس فاغن البنزيني باستخدام نفس كتلة الاسطوانات والجذع المعقوف وأذرع التوصيل . يكون مسنن الصمام ايضاً مماثل وكذلك الرأس الالمنيومي للاسطوانات لذلك تشبه هذه الوحدة المحرك البنزيني من حيث المضمون اكثر من معظم محركات الديزل . وهذا المحرك

من النوع ذي الحقن غير المباشر ، وحجرة الاحتراق من نوع حجرات ريكاردو كوميت ماركة V . وكما هو طبيعي بالنسبة لهذا النوع من المحركات يتشكل الجزء المنخفض من حجرة الاشتعال المسبق في لقمة قابلة للفصل من خليطة مقاومة للحرارة . نسبة الانضغاط عالية جداً حوالي ٢٣,٥ : ١ وهذا يساعد في حالة الاقلاع على البارد . من السمات الهامة لمحرك الديزل فولكس فاكن ان ادارة التوقيت فيه عبارة عن سير ناقل مسنن ومضخة حقن من النوع ذي الموزع الدوار . تشغل الصمامات من عمود الكامات عن طريق مصادم كامات (أذرع غمازة) ويكون مجمع السحب أطول من الحالة العادية لاحداث التأثير التضاغطي .



الشكل (١٦)

محرك ديزل غولف (فولكس فاكن) سعة ١,٥ ليتر مصمم على أساس محرك بنزيني

ما هي سمات محرك الديزل مرسيدس ـ بنز طراز OM616 ؟

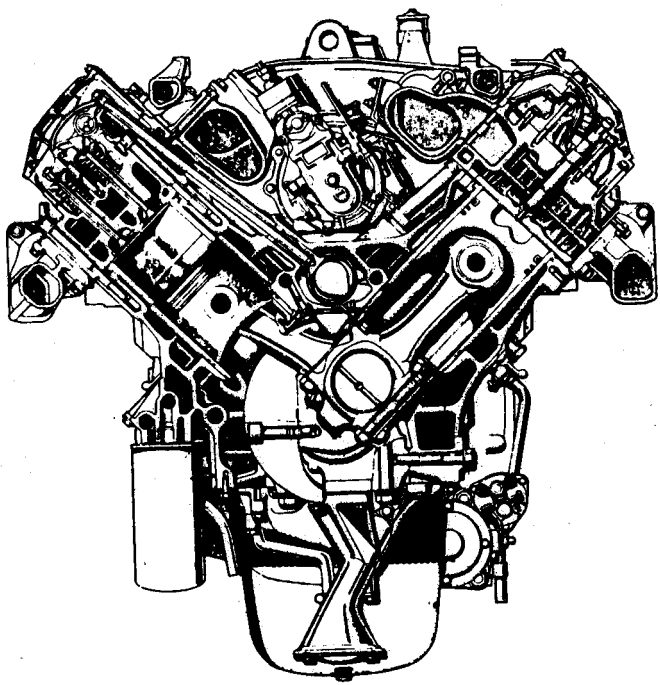
يشبه هذا المحرك في كثير من النواحي محرك مرسيدس البنزيني . يبلغ قطر الاسطوانة × الشوط : ٩١× ٩٢,٤ مم ، وتبلغ سعة اسطوانات المحرك ٢,٤ ليتر . أما استطاعة الخرج الأعظمية فتبلغ ٥٤ كيلوِ واط عند ٤٤٠٠ د/د . والعزم الاعظمي ١٣٧ ن. م عند ٢٤٠٠ د/د . نسبة الانضغاط ٢١ :١ . لمحركات مرسيدس بنز حجرة احتراق أولية نوع ديميلر بنز DAIMLER — BENZ حيث تعطى على حساب بعض المردود ضجيج احتراق منخفض جداً لمحرك الديزل . يوجد كتلة الاسطوانات العميقة المصنوعة من حديد الصب خمسة مضاجع وبطانات من النوع الجاف . ادخلت حجرة الاحتراق الأولية في رأس الاسطوانات بزاوية بسيطة عن الشاقول ، ويكون التجويف في الكابس عميقاً .

ما هي سمات محرك الديزل فيات FIAT طراز 8280 V 8 ؟

هذا المحرك من اكبر محركات الديزل المستخدمة في العربات التجارية . يبلغ القطر × الشوط : ١٤٥ × ١٣٠ مم ، إن هذا المحرك غير عادي من حيث أن القطر اكبر من الشوط . تبلغ السعة ١٧,٢ ليتر ، والخرج الاعظمي للاستطاعة ٢٤٧ كيلو واط عند ٢٤٠٠ د/د والعزم الاعظمي ١١٣٠ ن.م عند ١٢٠٠ د/د . يعني الرمز ن.م : نيوتن . متر .

عادة يكون شوط محرك الديزل اكبر من قطر الاسطوانة خاصة في المحركات الضخمة وذلك لاعطاء المزيد من الوقت لحدوث الاحتراق الا انه استعمال شوط قصير في محرك بشكل V يقلل عرض المحرك. في هذه الحالة يستخدم في المحركات ذات اقطار الاسطوانات الكبيرة اربعة صمامات في رأس الاسطوانة مع حاقن مركزي . يفضل ان يكون الحاقن في مركز تجويف الكابس ويسهل تحقيق ذلك بحاقن مركزي .

تعتبر بنية هذا المحرك نموذجية بالنسبة لمحركات الديزل للمهام الشاقة حيث ان كتلة الاسطوانات عبارة عن مصبوبة ضخمة ذات بطانات من النوع الرطب . لكل اسطوانة رأس مستقل مثبت بثمانية براغي . من السمات الهامة الأخرى أن سلسلة التوقيت المؤلفة من مسنن حلزوني تكون موجودة في مؤخرة المحرك . يقوم عمود الكامات بتشغيل الصمامات من خلال أذرع الدفع والأذرع المتأرجحة يكون كل ذراع متأرجح مزوداً بشوكة ويقوم بتشغيل صمامين . وللحفاظ على الكابس بارداً يتم بخ الزيت على الطرف السفلي (الداخلي) للكابس .



الشكل (١٧)

محرك فيات V8 ٨٢٨٠ سعة ١٧,٢ ليتر ، قصير ولكن عريض

٣ ـ مضخات حقن الوقود

ما هي الانواع الرئيسية لمجموعات حقن الوقود ؟

١ ـ مضخة موقوتة

٢ ـ مضخة توزيع

٣ ـ مجموعة الضغط المنخفض بحواقن متكاملة .

هل تعطى هذه الانواع أداءً مختلفاً ؟

نعم . على الرغم من انها قابلة للاستبدال مع بعضها الى حد ما في مرحلة التصميم . إن المضخة الموقوتة هي أقدم تصميم ومكلفة التصنيع ، ويمكن ان تعطي فروقات بسيطة في الضغوط في الاسطوانات المختلفة . ولكن لها قدرة على توليد الضغوط العالية جداً اللازمة لمحركات الديزل الضخمة . إلا انها غير ملائمة لضبط عملية التوقيت أوتوماتيكياً .

هذه الملاحظات تنطبق بشكل عام على مجموعة الحواقن المتكاملة سوى أنه في هذه الحالة غير عملي تعديل توقيت الحقن لجعله أوتوماتيكياً .

أما مضخة التوزيع فذات بنية ململمة وغير مكلفة التصنيع نسبياً ، ويكون الضغط وكمية الوقود الموردة لكل اسطوانة متماثلة . يمكن تحقيق ضبط التوقيت بسهولة . ولكن يوجد حد لكمية الوقود التي يمكن أن تتناولها هذه المضخة .

ما هي مجموعة المضخة الموقوتة ؟

في المضخة الموقوتة تقوم كامة بتشغيل كابس من أجل توليد الضغط اللازم لفتح فوهة الحاقن للسماح بحقن الوقود الى داخل الاسطوانة . يجب أن توجد

مجموعة كامة/كابس واحدة لكل اسطوانة من اسطوانات المحرك . ولتغيير كمية الوقود المحقونة حسب حالة الحمل والسرعة تفتح فتحة ضمن اسطوانة المضخة . يمكن لاسطوانة المضخة هذه ان تدور بحيث يتغير ارتفاع الفتحة حسب الحمل والسرعة من اجل تغيير كمية الوقود الموردة . الا ان الشوط الفعلي للكابس يبقى ثابتاً في كل الحالات .

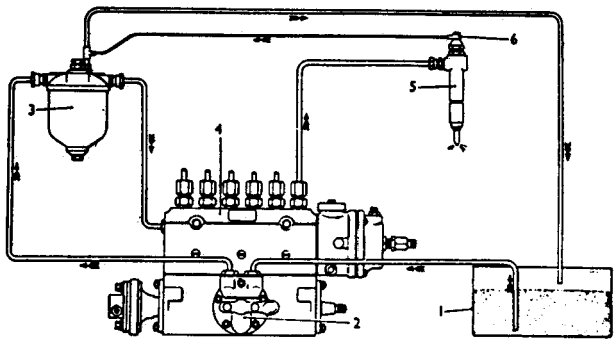
ما هي مضخة التوزيع لحقن الوقود ؟

في هذا النوع من المضخات ـ مثال عنها مضخة VE, CAV DPA لشركة ـ يوجد عادة عنصر ضخ واحد مهما كان عدد الاسطوانات في المحرك توزع شحنة الوقود من خلال صمامات تفريغ وأنابيب مختلفة الى الاسطوانات المختلفة بواسطة موزع دوار . في بعض الحالات يوجد عنصر ضخ ، وقد اعتمد هذا الشكل من اجل المحركات ذات الاستطاعات العالية ذات الست أو الثمان اسطوانات التي تتطلب كمية كبيرة من الوقود عند حمولة وسرعة مقدرتين .

مم تتكون مجموعة حقن الوقود النموذجية ؟

يبين (الشكل ١٨) مخططاً توضيحياً تتكون المجموعة من خزان الوقود ومضخة التغذية بالوقود ومصفاة الوقود ومضخة الحقن (موقوتة) وحواقن الوقود وخطوط الانابيب بما فيها انابيب عودة الوقود المتسرب والوقود الفائض .

ملاحظة : يمكن الرجوع الى كتاب **أنظمة وقود الديزل** للمؤلف للاستفسار عن أي شيء حول هذا الموضوع .



1. Fuel tank
2. Fuel-feed pump
3. Fuel filter
4. Fuel-injection jerk pump
5. Fuel injector
6. Injector leak-off union

١ ـ خزان وقود ٢ ـ مضخة التغذية بالوقود
٣ ـ مصفاة الوقود ٤ ـ مضخة حقن موقوتة .
٥ ـ حاقن وقود ٦ ـ وصلة التسرب من الحاقن .

الشكل (١٨)

مخطط مجموعة حقن وقود نموذجية

كيف تعمل مضخة التغذية بالوقود ؟

في العديد من المحركات تعمل مضخة الوقود ميكانيكياً من عجلة لا مركزية مركبة إما على عمود كامات المحرك أو على عمود كامات مضخة الحقن . تعمل مضخة التغذية من النوع ذي الحجاب المبينة في (الشكل ١٩) من عجلة لا مركزية مركبة على عمود كامات مضخة الحقن . عندما تكون العجلة اللامركزية (المبينة بشكل منقط) عند أخفض نقطة فانها تحرك ذراع تشغيل المضخة (١٢) الى الاسفل بحيث تسحب الحجاب (١٠) الى الداخل ضد ضغط النابض . يؤدي تأثير الامتصاص للحجاب الى سحب الوقود إلى داخل المضخة من خزان الوقود

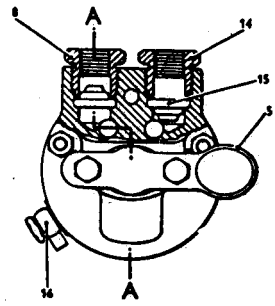
عبر صمام الدخول (١٥) يعتمد شوط العودة للحجاب على نابض الحجاب فقط ، الذي تحدد شدته ضغط التوريد الاعظمي عن طريق صمام الخروج (٩) الى مصفاة الوقود الرئيسية .

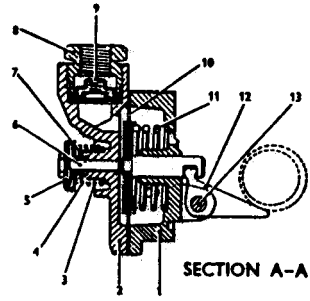
ما هي وظيفة مضخة حقن الوقود ؟

وظيفة هذه المضخة هي تزويد المحرك بالوقود بكميات مقاسة بدقة بشكل متناسب مع مقدار الاستطاعة المطلوبة وموقتة بمنتهى الدقة بحيث أن المحرك سيدور بنعومة وسيعطي استطاعة خرجه باقتصادية كبيرة . كمثال ، يجب ان تكون مضخة الحقن في المحركات العالية السرعة قادرة على أن تقيس بدقة حجم كمية من الوقود أقل من $\frac{1}{5}$ سم^3 وأن تورد هذه الكمية من الوقود بضغط عال الى حواقن الوقود مرات عديدة في الثانية . في أحد محركات السيارات العالية السرعة والثنائية الشوط ، عند السرعة العظمى يطلب من كل مضخة ٤٠ حاقن وقود في كل ثانية .

ما هو الغرض من انابيب تسرب الوقود أو انابيب عودة الوقود ؟

اعادة الوقود الفائض من مضخة الوقود والحواقن الى خزان الوقود في المجموعة المبينة في(الشكل ١٨)يمر الوقود الفائض المتجمع في مضخة حقن الوقود الى وصلة التسرب الموجودة على مضخة التغذية بالوقود (الشكل ١٩) عبر فتحات تصريف متوضعة على الوجه الداخلي وفي قاعدة جسم مضخة التغذية .

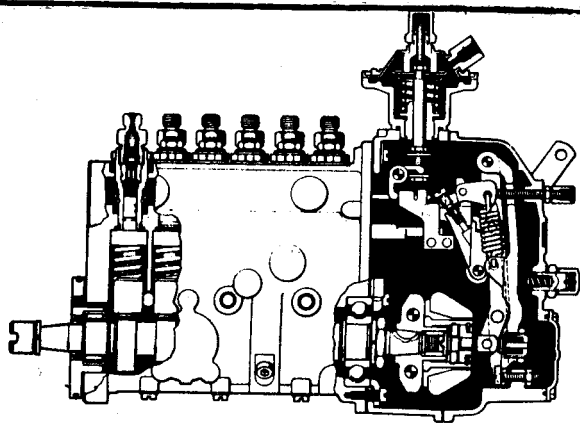




١ ـ جسم مضخة التغذية	٩ ـ صمام الخروج
٢ ـ غطاء مضخة التغذية	١٠ ـ حجاب
٣ ـ نابض ذراع الضخ	١١ ـ نابض الحجاب
٤ ـ غطاء النابض	١٢ ـ ذراع تشغيل
٥ ـ ذراع الضخ	١٣ ـ مسمار ارتكاز
٦ ـ محور الضخ	١٤ ـ دخول الوقود
٧ ـ حلقة احكام	١٥ ـ صمام دخول
٨ ـ مجمع خروج الوقود	١٦ ـ وصلة التسرب

الشكل (١٩)

مضخة التغذية بالوقود من النوع ذي الحجاب ، صنع شركة **CAV** تعمل بواسطة عجلة لا مركزية مركبة على عمود الكامات لمضخة الحقن



الشكل (٢٠)

مقطع في مضخة بوش طراز **MW** ذات الخط

كيف يتم تشغيل مضخة الحقن الموقوتة عادة ؟

تشغل بواسطة عمود الكامات الذي يدار بواسطة المحرك في معظم الحالات يركب عمود الكامات في قاعدة المضخة في بعض المحركات تشتغل المضخة من عمود الكامات الذي يشكل جزءاً من المحرك نفسه .

يدار عمود كامات المضخة بسرعة تساوي نصف سرعة المحرك بالنسبة للمحركات الرباعية الشوط ، ويُدار بنفس سرعة المحرك للمحركات الثنائية الشوط . يزود عنصر ضخ مستقل لكل اسطوانة في المحرك .

كيف تتم إدارة عناصر الضخ في المضخة الموقوتة ؟

يحتوي كل عنصر ضخ على كابس يتم التحكم به بواسطة نابض . تستند وصلة امتداد من نهاية هذا الكابس على كامة بحيث إنه عندما يدار عمود الكامات بواسطة المحرك تتحرك الكوابس حركة ترددية بتعاقب صحيح متناظر مع ترتيب الاشعال في الأسطوانات آلتي يتصل بها كل عنصر ضخ .

ما الذي يتحكم بكمية الوقود المحقونة في كل أسطوانة ؟

إن الطريقة آلتي تم آعتمادها في غالبية مضخات الحقن الموقوتة هي إبقاء شوط الكوابس نفسه ، ولكن تأمين وسيلة بسببها يمكن أن يكون الطول الأكبر أو الأقل للشوط غير فعال . وبالتالي ففي حالة الحمولة الكاملة يستفاد من كامل شوط الكابس ، بينما في حالة نصف الحمولة يكون النصف الأخير للشوط غير فعال لأن الوقود يسمح له بالهروب من خلال فتحة الفائض في غلاف الكابس . وهكذا بالرغم من أن شوط الكوابس بقي ثابتاً فإنه يمكن تغيير شوطها الفعال حسب الرغبة .

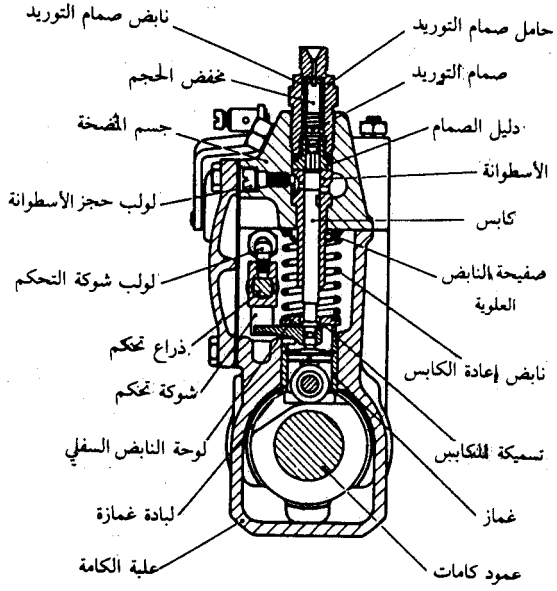
كيف تعمل مضخة حقن موقوتة نموذجية ؟

يبين (الشكل ٢٢) عمل كابس ثابت الشوط بفتحة ذات تحكم .

عندما يكون الكابس في أسفل شوطه (شكل ٢٢ أ) يتدفق الوقود المضغوط الموجود في مجمع المضخة عبر فتحتين لإملاء الفراغ في أسطوانة المضخة . مع تحرك الكابس إلى الأعلى يدفع جزء من هذا الوقود خارج الفتحات حتى وصول الكابس إلى الوضعية المبينة في(الشكل ٢٢ ب)، أي عندما تتغطى كلا الفتحتين . في هذه النقطة يؤدي آستمرار آرتفاع الكابس إلى زيادة الضغط على الوقود ويسبب فتح صمام التوريد (المركب في قمة جسم المضخة) ، ويدخل الوقود في الأنبوب المتصل بحاقن الوقود . يبقى الأنبوب والفتحات في الحاقن مملوءة بشكل ثابت وبفعل العمليات السابقة للكابس وصمام التوريد وقيام الوقود الزائد الداخل قسراً برفع الضغط في الأنبوب ، حيث عند ضغط محدد ، يتم رفع صمام الحقن من فوق مقعده . إن هذا يُمكِّن الوقود من التفريغ على شكل رذاذ من فتحة (أو فتحات) فوهة الحاقن والنفوذ في شحنة الهواء المضغوطة في حجرة الإحتراق .

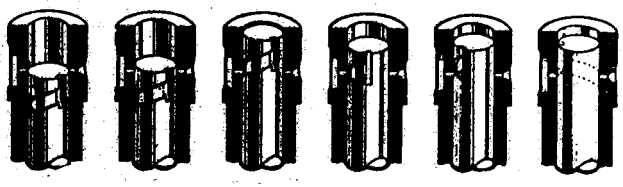
يستمر تفريغ الوقود حتى تكشف الحافة الحلزونية لتجويف الكابس فتحة التصريف (الشكل ٢٢ جـ) وعندها يتدفق الوقود الموجود في أسطوانة المضخة نازلاً عبر الشق العمودي في الكابس ويعود عبر فتحة التصريف إلى مجمع الوقود .

يسمح هبوط الضغط الناشيء في أسطوانة المضخة لنابض صمام التوريد بإعادة الصمام إلى مقعده . أثناء الإغلاق يسحب صمام التوريد كمية صغيرة من الوقود خارج الأنبوب المتصل مع الحاقن . يؤدي ذلك إلى خفض الضغط المتبقي في الأنبوب ويساعد صمام الحاقن بالعودة السريعة إلى مقعده ، مما يمنع حدوث التنقيط في حجرة الإحتراق .



الشكل (٢١)

مقطع في مضخة حقن موقوتة نموذجية



الشكل (٢٢)

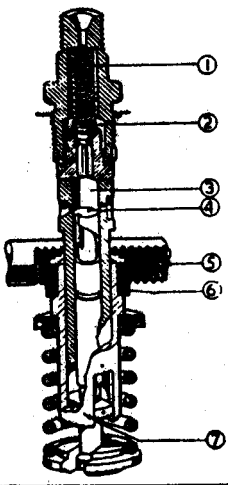
مقطع في جسم مضخة الحقن الموقوتة من صنع **شركة CAV** يبين وضعيات الكابس المختلفة .

كيف يتم تغيير الشوط الفعال لكابس المضخة الموقوتة ؟

يتم تغيير الشوط الفعال للكابس بواسطة حركة ذراع التحكم بالمضخة آلتي تقوم بتدوير الكوابس ضمن أسطوانات المضخة بآن واحد بحيث يصبح جزء واسع أو ضيق ما بين قمة الكابس والأخدود الحلزوني على آستقامة فتحة أسطوانة المضخة . وبذلك يكون بدء توريد الوقود ثابتاً ، إلا أن نهاية شوط التوريد ستعتمد على الحمولة والسرعة آلتي يعمل عندهما المحرك . (في جـ و د وهـ من لشكل ٢٢)يظهر الكابس في وضعية السرعات بكامل الحمولة وبنصف الحمولة وبدون الحمولة على التوالي . بينما في الوضعية ومن (الشكل ٢٢) يكون كابس المضخة في الوضعية المطلوبة لإيقاف المحرك .

ما هو الفرق الرئيسي بين المضخة الموقوتة ومضخة التوزيع ؟

في المضخة الموقوتة لحقن الوقود يستخدم عنصر ضخ مستقل لكل أسطوانة ، بينما يتم في مضخة التوزيع ضخ الوقود بواسطة عنصر وحيد ويوزع إلى كل أسطوانة حسب دورها بواسطة موزع دوار .



١ ـ نابض الصمام
٢ ـ صمام توريد ومقعده
٣ ـ اسطوانة المضخة
٤ ـ كابس المضخة
٥ ـ ذراع التحكم
٦ ـ تربيعة مسننة
٧ ـ جلبة تحكم

الشكل (٢٣)
مقطع في مضخة الحقن الموقوتة

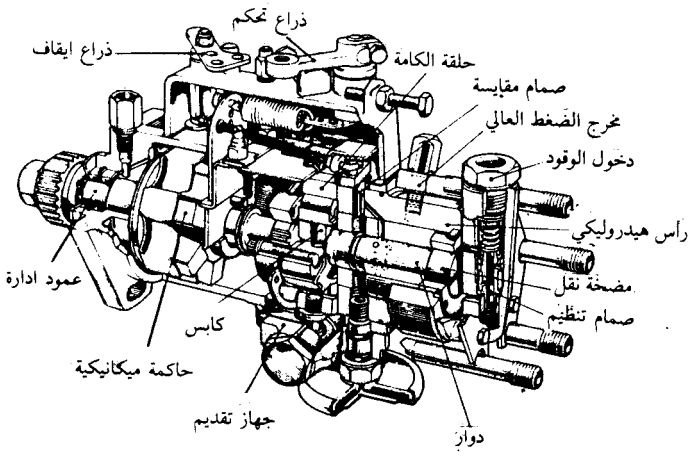
ما هي السمات الرئيسية لمضخة التوزيع DPA ؟

إن السمات الرئيسية لمضخة حقن الوقود CAVDPA مبينة في(الشكل ٢٤). في هذه المضخة تتم إدارة عضو فولاذي مركزي دوار (يعرف بدوار الضخ والتوزيع) بواسطة أخاديد من عمود إدارة محمول في قاعدة غلاف المضخة ، ويحمل في نهايته الخارجية مضخة نقل وقود مروحية . إن الدوار ذو توافق دقيق ضمن جسم أسطواني فولاذي ثابت يدعى بالرأس الهيدروليكي .

يكون لمقطع الضخ للدوار تجويف مستعرض يحوي كابسي ضخ متقابلين يعملان بواسطة حلقة كامة داخلية ثابتة محمولة في غلاف المضخة من خلال مد حرجات ومساند منزلقة في الدوار . عادة لحلقة الكامة عدة فصوص داخلية بعدد أسطوانات المحرك . لا يوجد للكوابس المتقابلة نوابض وإنما تتحرك نحو الخارج بفعل ضغط الوقود .

يحتوي قسم التوزيع من الدوار على ممر محوري مركزي يصل حيز الضخ الكائن بين الكوابس مع الفتحات المثقوبة بشكل قطري في الدوار المخصصة لتأمين دخول وتوريد الوقود . إحدى الثقوب القطرية هي فتحة التوزيع وبدوران الدوار فإن هذه الفتحة بشكل متعاقب تصبح على آستقامة مع عدد فتحات الخروج (مساو لعدد الأسطوانات) في الرأس الهيدروليكي وآلتي منها تتم تغذية الحواقن عن طريق أنابيب الضغط العالي الخارجية .

يوجد عدد مماثل من فتحات الدخول موزعة حول الدوار تصبح بشكل متعاقب على استقامة فتحة واحدة في الرأس . وهذه هي فتحة الدخول أو فتحة المقايسة التي تسمح بدخول الوقود تحت تحكم بفعل حاكمة (منظم) .



الشكل (٢٤)

مقطع في مضخة حقن وقود من النوع الموزع مع الحاكمة الهيدروليكية

كيف تتم مقايسة الوقود في مضخة التوزيع DPA ؟

يمر الوقود الداخل إلى المضخة عبر فتحة دخول الوقود (شكل ٢٤) على اللوحة الطرفية للمضخة ، من خلال مصفاة من النايلون إلى طرف الدخول لمضخة النقل المروحية .

بعد ذلك يُرفع ضغط الوقود إلى سوية متوسطة تعرف بالضغط الإنتقالي والذي يتم التحكم به بواسطة صمام تنظيم مكبسي موجود ضمن اللوحة الطرفية . لا يبق الضغط الإنتقالي ثابتاً وإنما يزداد مع سرعة دوران المضخة . بعد ذلك يمر الوقود عند الضغط الإنتقالي من خلال ممر في المرأس الهيدروليكي إلى أخدود حلقي في الدوار ومن ثم إلى حجرة تحوي صمام المقايسة . يتم تشغيل

صمام المقايسة بواسطة التحكم بخانقة المحرك ويقوم بتنظيم تدفق الوقود من خلال فتحة المقايسة إلى مقطع الضخ للدوار .

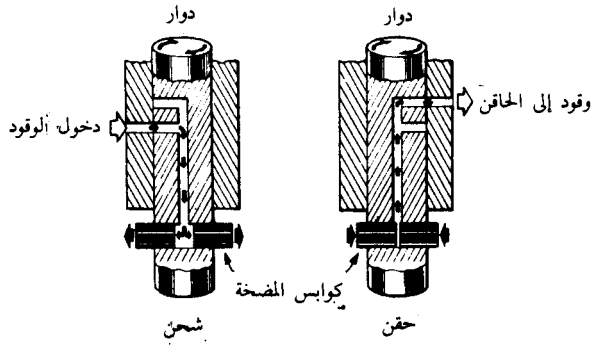
يتم التحكم بحجم الوقود المار داخل عنصر الضخ بواسطة الضغط الإنتقالي وبوضعية صمام المقايسة وبالزمن الذي أثناءه تصبح فتحة الدخول في الدوار على آستقامة فتحة المقايسة في الرأس الهيدروليكي .

كيف يتم ضخ الوقود وتوزيعه في مضخة التوزيع DPA؟

يوضح (الشكل٢٥) ضخ وتوزيع الوقود المقايس (المعاير) يبين الشكل الأيسر طور الشحن ويبين الشكل الأيمن الضخ الفعلي والتوزيع الفعلي للشحنة المقايسة .

مع دوران الدوار تصبح فتحة الشحن في الدوار على آستقامة فتحة الدخول في الرأس الهيدروليكي فيتدفق الوقود بضغط المقايسة إلى الممر المركزي في الدوار ويجبر الكوابس على الإبتعاد عن بعضها يتم تحديد مقدار آنزياح الكوابس بمقدار الوقود آلذي يمكن أن يتدفق إلى العنصر عند كون الفتحات على آستقامة واحدة . أنظر الشكل الأيسر في (الشكل ٢٥) .

تغلق فتحة الدخول مع آستمرار الدوران ، وعندما تصبح فتحة التوزيع الوحيدة في الدوار على آستقامة إحدىٰ فتحات التوزيع في الرأس الهيدروليكي ، تلامس مدحرجات التشغيل فصوص الكامة الحلقية وتجبر الكوابس على التحرك بآتجاه الداخل كما هو مبين في الشكل الأيمن . يتولد ضغط عالي ويمر الوقود إلى الحاقن .



الشكل (٢٥)

دورتا شحن وحقن الوقود لمضخة حقن نوع الموزع طراز **CAVDPA**

ما هي مجموعة الحاقن المتكاملة ؟

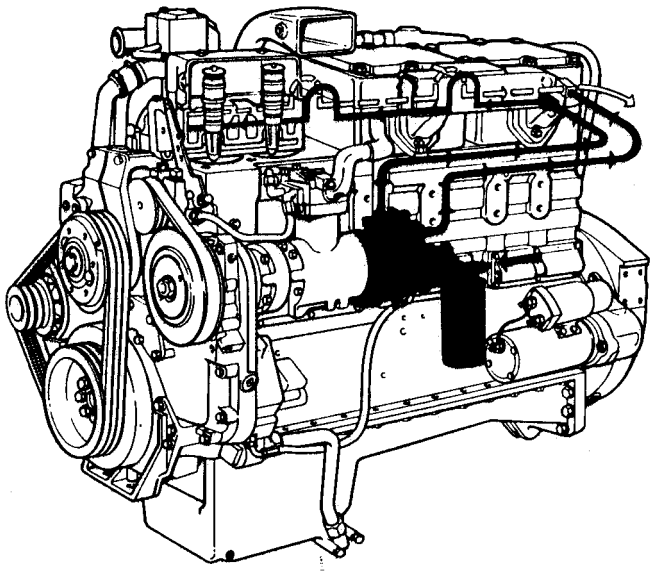
على الرغم من آستخدام الحواقن المتكاملة في العديد من المحركات الأمريكية ، فإن مجموعة كامينز CUMMINS الأمريكية هي على الأغلب أفضل ما عرف وتعتبر المثال الجيد لهذه المجموعة . ففي مجموعة كاميز PT (زمن الضغط) (الشكل ٢٦) توجد فتحة ثابتة في الحاقن ، والضغط والزمن اللازمين لمقايسة شحنة الوقود يحددان كمية الوقود المحقونة . إن العناصر الرئيسية في المجموعة هي مضخة الوقود والحاكمة والخانق والحاقن الذي يُشغَّل بواسطة عمود كامات . يتم تنظيم ضغط الوقود بواسطة مضخة الوقود / الحاكمة في حين تحدد سرعة المحرك طول فتحة الحاقن ، بزيادة السرعة تتناقص الفترة الزمنية للفتح .

كيف تعمل دارة الوقود في مجموعة كامينز PT ؟

يسحب الوقود من الخزان عبر مصفاة دقيقة إلى مضخة الوقود المسننة آلتي تدار بواسطة المحرك عن طريق سلسلة مسننات . لا توجد حاجة لتوقيت المضخة بالنسبة للمحرك . يوجد ضمن المضخة حاكمة / خانقة ومصفاة بشكل شبكة

مغناطيسية لحماية المجموعة . بعد ذلك يـأخذ مجمـع الوقـود الوحيـد الوقـود إلى الحواقن في حين يحمل خط العودة الوقود من الحواقن عا ئداً به إلى الخزان . يتم تشغيل كل حاقن بواسطة كامة خاصة (على عمود كامات المحرك) كما يوجد ذراع دفع وذراع متأرجح لضغط الوقود وتوريده إلى الأسطوانة .

يوجد صمام بحلف لولبي كهربائي لايقاف الوقود المورد إلى الحـواقن عند فصل المفتاح الكهربائي .



الشكل (٢٦)

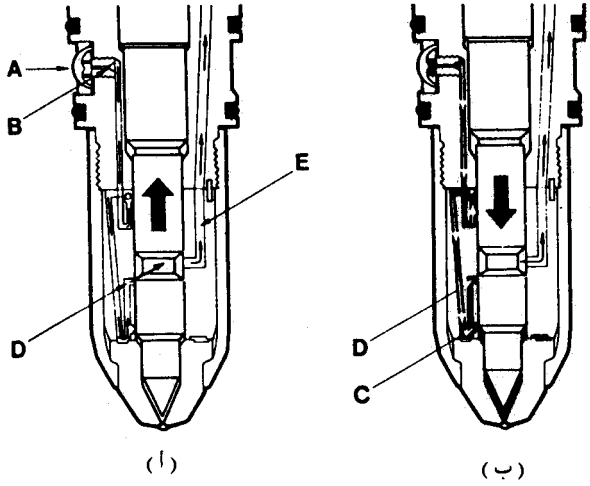
مجموعة حقن الوقود **PT** صنع كامينز وتعمل على أساس مضخة ضغط منخفض وحاقن بضغط عالي .

كيف تعمل حاكمة (منظم) مضخة الوقود ؟

إن المضخة هي عبارة عن وحدة ضغط منخفض ، إلا أن الضغط بالطبع يزداد مع السرعة لإعطاء المقايسة الأساسية . توجد حاكمة من نوع الأوزان الطائرة للتحكم بكلٍ من السرعة بدون حمولة والسرعة العظمىٰ . يمر الوقود بعد ذلك بشكل قطري عبر محور الخانقة المتصل مع دواسة التسارع . إن دوران محور الخانقة يغيِّر كمية التدفق آلتي يمكن أن تمر إلى الحواقن ويغيير ضغط الوقود . في حالة التشغيل بدون حمولة يقطع توريد الوقود الرئيسي بواسطة محور الخانقة ، ويورد بعض الوقود إلى المحرك من خلال محرك التشغيل بدون حمل .

كيف يعمل الحاقن ؟

يتألف الحاقن بشكل رئيسي من جسم داخل رأس الأسطوانة ، وكابس محمل نابضياً تستند مقدمته المخروطية على غطاء الحاقن . إن ارتفاع كابس الحاقن الذي يلي شوط الحقن السابق يؤدي إلى سماح توريد الوقود عند ضغط منخفض من خلال ممرات في الجسم وحول أخدود حلقي في جذع الكابس ، ورجوعاً إلى ممر العودة (الشكل ٢٧) . بإكمال الشوط إلى الأعلى تنكشف فتحة المقايسة C ويدخل الوقود إلى غطاء الحاقن ، تعتمد الكمية الداخلة على ضغط الوقود ، في حين أن ممر الخروج D يكون مغلقاً مؤقتاً . مع تحرك الكابس إلى الأسفل تنقطع تغذية الوقود وينضغط الوقود الموجود في غطاء البخ ثم يخرج بشكل رذاذ دقيق إلى أسطوانة المحرك . بعد الحقن يبقى الكابس مستنداً في غطاء الحاقن لكن يمكن للوقود التدفق بحرية من خلال الحاقن عائداً إلى خزان الوقود .

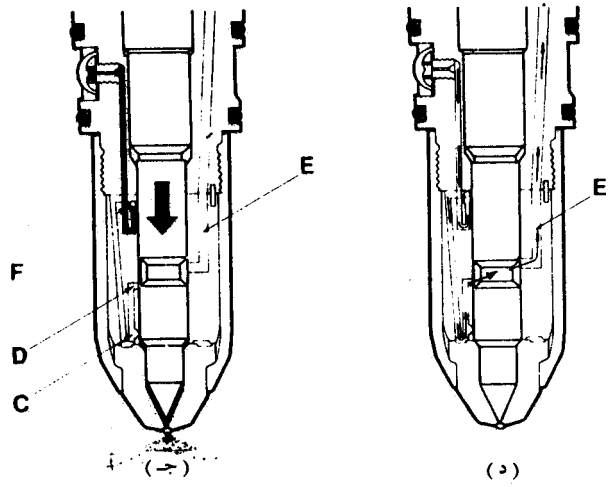


أ ـ شوط البدء (صعود) : يدخل الوقود ذو الضغط المنخفض إلى الحاقن عند A ويتدفق عند فتحة الدخول B والثقوب الداخلية حول الأخدود الحلقي في كأس الحاقن ويصعد في الممر D ليعود إلى الخزان . يتحدد ضغط الوقود بسرعة المحرك والحاكمة والخانقة . ويحدد ضغط الوقود قبل فتحة الدخول B كمية الوقود المتدفقة عبر الحاقن .

ب ـ اكتمال شوط الصعود : (يدخل الوقود في كأس الحاقن)
يكشف الكابس المتحرك نحو الأعلى فتحة المقايسة C فيدخل الوقود إلى كأس الحاقن بكمية تتحدد حسب ضغط الوقود . الممر D مغلق فيتوقف مؤقتاً دوران الوقود وتنعزل فتحة المقايسة عن نبضات الضغط .

الشكل (٢٧)

عمل حاقن الوقود **PTD** صنع كامينز



جـ ـ شوط الهبوط : (حقن الوقود)

يغلق الكابس المتحرك إلى الأسفل فتحة المقايسة ويقطع ورود الوقود إلى الكأس ومع استمرار نزول الكابس يجبر الوقود وبضغط عال على الخروج من الكأس ومن خلال الفتحات الدقيقة بشكل رذاذ ناعم مما يؤمن الاحتراق الكامل للوقود في الاسطوانة وعندما يكشف القطع السفلي للكابس الممر D يعود الوقود ليتدفق من خلال ممر العودة E إلى الخزان

د ـ اكتمال شوط النزول : (الوقود يدور)

بعد الحقن يبقى الكابس في مقعده حتى دورة المقايسة والحقن التالية . رغم عدم وصول وقود إلى كأس الحاقن فإنه يتدفق بحرية عبر الممر E . يؤدي ذلك إلى تبريد الحاقن وتسخين الوقود في الخزان

الشكل (٢٧)

عمل حاقن الوقود PTD صنع كامينز

٤ ـ الحاكمـــات

كيف يتم التحكم بسرعة محركات الديزل ؟

تركب بعض الحاكمات للتحكم بسرعة المحرك . فمن أجل التطبيقات ذات السرعات الثابتة تتحكم الحاكمة بالسرعة أوتوماتيكياً ضمن حدود معينة تحت تغيرات الحمل ما بين انعدام الحمولة والحمولة الكاملة .

في محركات السيارات يتم التحكم بالسرعة بمجموعة مؤلفة من حاكمة ودواسة التسارع آلتي يُشغلها السائق . تستخدم القاطرات والمحركات البحرية أجهزة تحكم بواسطة الحاكمات بالإضافة إلى أجهزة تحكم يدوية .

ما هو الداعي إلى لزوم الحاكمة عندما تكون تحت تحكم السائق ؟

يختلف محرك الديزل عن المحرك البنزيني بأن محرك الديزل غير ذاتي التنظيم من حيث الحمولة والسرعة . أي مع آزدياد تحميل المحرك يمكن أن تزداد كمية الوقود بشكل مستمر إلى ما فوق الكمية آلتي يمكن أن يحرقها الأوكسجين المتوفر ، مما يؤدي إلى ظهور الكربون بشكل زائد مع غازات عادم كثيفة ذات درجة حرارة مرتفعة بسبب تأخر آحتراق الشحنة . ويسبب ذلك ضرراً دائماً لأجزاء المحرك ولذا يجب تجنب هذه الحالة ، والطريقة المتبعة هي آستخدام موقف للكمية الأعظمية من الوقود يتم ضبطه على وضعية تحميل المحرك النظامية ضمن شروط الأمان .

بنفس الطريقة ، إذا أزيلت أو نقصت حمولة المحرك فإن سرعة المحرك

ستزداد بدون كبح ، وبما أن الحد الوحيد لكمية الوقود المحقونة هو موقف الكمية الأعظمية المذكور أعلاه ، فإن المحرك قد يصل بسرعته الى حدود سرعات خطيرة . إن هذه المسألة تتفاقم ومرد ذلك للحقيقة وهي أن معظم مضخات الحقن لها ما يعرف بخاصية الإرتفاع وهي أنه عند وضعية ضبط ثابتة للجريدة المسننة يزداد خرج المضخة مع آزدياد السرعة .

أما في ظروف دوران المحرك بدون تحميل بمجرد أن يفقد المحرك سرعته ينخفض خرج المضخة ويتوقف المحرك . لحل هذه المعضلات يجهز محرك الديزل بحاكمة يمكن أن تأخذ أشكالاً متعددة .

ما هو عمل حاكمة محرك الديزل المركبة على المضخات الموقوتة ؟

يوصل ذراع التحكم للحاكمة بالجريدة المسننة لمضخة الوقود . عندما تميل سرعة المحرك نحو الزيادة تعمل آلية الحاكمة على الجريدة المسننة لمضخة الحقن فتدير كوابس المضخة قليلاً بحيث يقصر الشوط الفعال للمضخات . يؤدي ذلك إلى إقلال كمية الوقود المحقونة في اسطوانات المحرك بحيث يتم كبح ميول المحرك نحو آزدياد السرعة .

إذا هبطت السرعة إلى ما دون الحد الطبيعي تُحرك الجريدة المسننة للوقود من قبل آلية الحاكمة بحيث تزيد قليلاً كمية الوقود المزودة إلى اسطوانات المحرك .

ما هي أشكال الحواكم قيد الإستعمال ؟

ميكانيكية (أي نابذية أو بالطرد المركزي) وهوائية وهيدروليكية

ما هو عمل الحاكمة الميكانيكية البسيطة الثابتة السرعة ؟

بالعودة إلى (الشكل٢٨) يتبين أن محور دوران الحاكمة يدار من عمود دوران المحرك عن طريق مجموعة مسننات مناسبة . ركِّب على النهاية العلوية لمحور الحاكمة زوج من الأوزان الحاكمة متصل بزوج من النوابض لسحب الوزنين تجاه المحور حين تباطؤ الحاكمة وتوقفها .

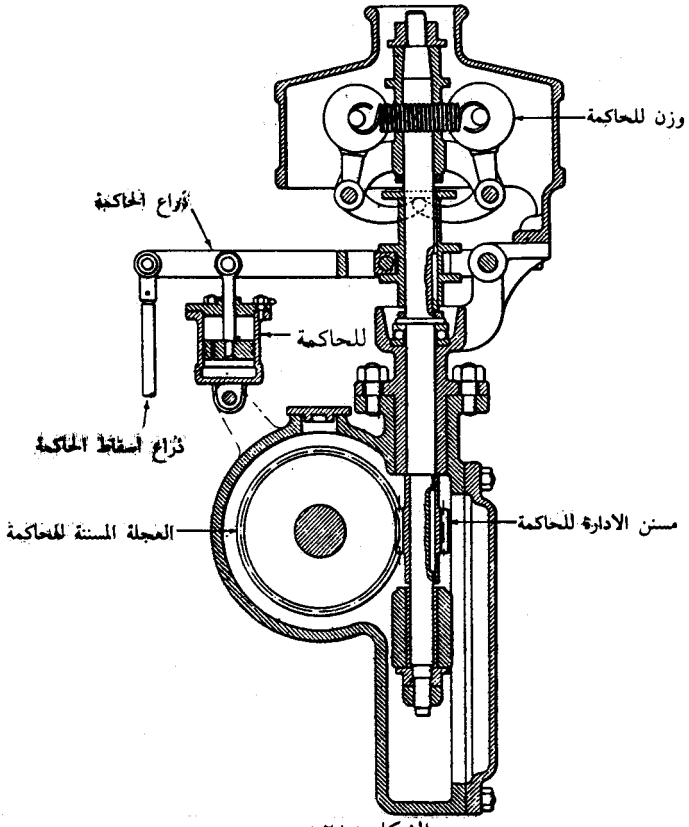
كل وزن من وزني الحاكمة متوضع على أحد طرف ذراع مرفقي ناقوسي الشكل . تستند الأطراف الأخرى للأذرع المرفقية الناقوسية الشكل على طوق يشكل جزءاً من جلبة مركبة على محور الحاكمة .

عندما يبدأ محور الحاكمة بالدوران تتحرك هذه الأوزان نحو الخارج . تؤدي حركة الكرات نحو الخارج إلى جعل النهايات السفلية للأذرع المرفقية الناقوسية الشكل تبذل دفعاً نحو الأعلى على الجلبة القابلة للحركة المركبة على محور الحاكمة . إن تحرك الجلبة نحو الأعلى يؤدي إلى ارتكاز ذراع الحاكمة على مركز دورانه الموجود على مسند يمين غلاف الحاكمة . تنتقل حركة ذراع الحاكمة عبر سلسلة وصلات إلى الجريدة المسننة لمضخة الوقود .

إذا آزدادت سرعة المحرك تتحرك كرات الحاكمة حركة دورانية متباعدة عن بعضها فترتفع الجلبة ، ومن خلال هذا يقوم ذراع الحاكمة بتخفيض كمية الوقود المزودة للمحرك وذلك عن طريق سلسلة الوصلات . إذا هبطت سرعة المحرك تحدث عملية معاكسة .

ما هي أنواع الحاكمات الميكانيكية المركبة في محركات السيارات ؟

حاكمة السرعة بدون حمل والسرعة الأعظمية ، وحاكمة جميع السرعات التي تركب على مضخات الحقن الموقوتة ، وحاكمة جميع آلسرعات آلتي تركب على مضخة الحقن من النوع الموزع طراز DPA.



الشكل (٢٨)

حاكمة ميكانيكية بسيطة من أجل السرعة الثابتة . تؤخذ الادارة من المحرك عن طريق مسننات مناسبة

ما هو عمل الحاكمة الميكانيكية للسرعة بدون حمولة وللسرعة العظمى ؟

تمنع هذه الحاكمة المحرك من التوقف أو من آزدياد سرعته فوق الحد الأعظمي المحدد مسبقاً ، ولكن ليس لها أي دور في تنظيم السرعة . يتم التحكم مباشرة من قبل السائق بأية سرعة وحمولة للمحرك ما بين وضعيني السرعة بدون حمل والسرعة الأعظمية المعيرتين على الحاكمة ، ويتم ذلك بواسطة دواسة التسارع .

ما هو العمل الرئيسي للحاكمة الميكانيكية ؟

تستخدم الحاكمات الميكانيكية بشكل عام في سيارات الديزل حيث تحتوي على الأوزان الطائرة . يبين (الشكل٢٩) حاكمة بسيطة طراز CAV ذات تصميم حديث .

يتصل ذراع التحكم (١) للجريدة المسننة (التي تغير فعلياً كمية الوقود المـوردة) عن طريق الـذراع (٢) مع الجلبـة (٣) الموجـودة على عمـود دوران الحاكمة نفسه مشكل عند نهاية عمود الكامات (٤) ويحمل مقضاً يضم الأوزان الطائرة (٥) التي تستجيب للتأثير على كتف موجود على الجلبة ، يوجد كتف آخر (٦) على تلك الجلبة (٣) يعمل عليه بـواسطة نـوابض ورقية (٧) . تتصـل دواسة التسارع مع ذراع مرفقي ناقوسي الشكل (٨) . ويجد عنـد النهايـة الحرة للذراع المرفقي الناقوسي الشكل هـذا شوكـة ومد حـرجة تستنـد مقابـل صفيحة مائلة . بازدياد سرعة المحرك ترتكز الأوزان الدوارة (٥) في الزوايا ضمن القفص وتدفع الجلبة على طول العمود . بذلك يقوم الذراع (٢) بتشغيل ذراع التحكم لتخفيض كمية الوقود الموردة . كما أن ضغط دواسة التسارع من قبل السائق يؤدي إلى تشغيل الذراع المرفقي الناقوسي الشكل بحيث تتحرك المدحرجة الموجودة على الصفيحة المائلة نحو الأعلى وتزداد القوة المطبقة على النوابض الورقية . تقاوم هذه القوة قوة الأوزان الطائرة على الكتف . نستنتج من ذلك أن عملية ضخ المضخة للوقود هي تابع للقوى المبذولة من قبل الأوزان ونوابض الحاكمة .

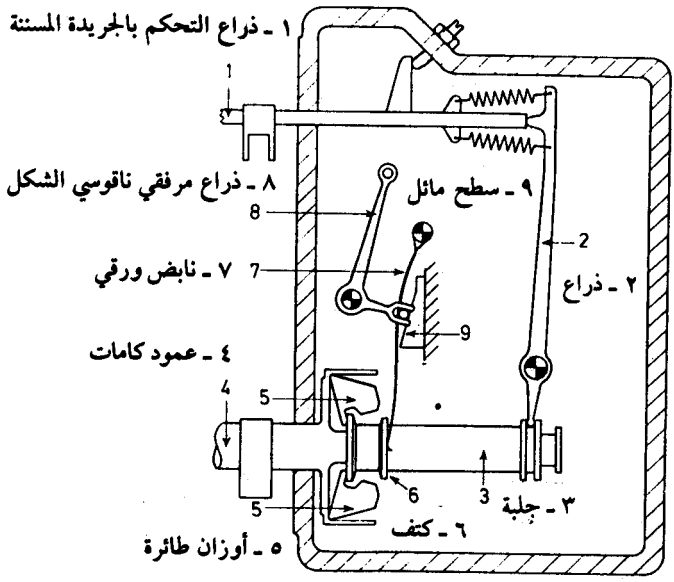
كيف يؤدي ذلك إلى التحكم بالسرعة الأعظمية وبسرعة المحرك بدون حمولة ؟

عند السرعة الأعظمية تتجاوز القوة المبذولة من قبل الأوزان الـطائرة عـلى الجلبة القوة المبذولة من قبل النابض فيتحرك بذلك الذراع لتخفيض كمية الوقود

الموردة إلى المحرك . عند سرعة المحرك بدون حمولة تقاوم القوى المطبقة من قبل النابض والأوزان الطائرة بعضها البعض للمحافظة على دوران المحرك .

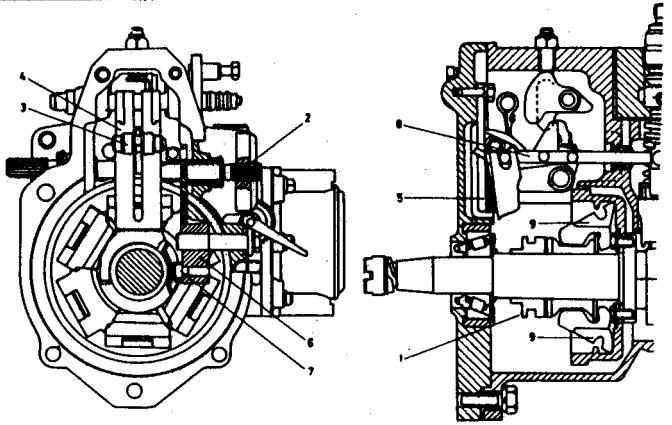
ما هي بنية هذه الحاكمة ؟

عملياً تكون البنية أكثر تعقيداً مما يرى في(الشكل ٢٩) . يبين (الشكل ٣٠) وحدة نموذجية وهي حاكمة طراز CAVGCV حيث فيها يُحمل قفص الحاكمة على آمتداد لعمود الكامات ، في حين تكون الجلبة ووسادة الدفع (١) حرتين في الإنزلاق على آمتداد العمود . تكون الحاكمة بأكملها ضمن غلاف الإمتداد . يتصل عمود دواسة التسارع (٢) مع المدحرجة (٣) بواسطة الذراع المرفقي الناقوسي الشكل ، وهو محصور بين النابض الورقي (٤) والصفيحة المائلة



الشكل (٢٩) الحاكمة C صنع CAV بشكل مبسط

(٥) . يتصل ذراع هزاز (٦) مع مسمار آنزلاق (٧) من وسادة الدفع إلى ذراع التحكم الذي يقوم بتشغيل اسطوانات الكوابس تقوم الجريدة المسننة (٨) بشكل فعلي بتغيير كمية الوقود الموردة .



١ ـ لبادة دفع
٢ ـ عمود دوران جهاز التشارج
٣ ـ مدحرج .
٤ ـ نابض ورقي
٥ ـ سطح مائل
٦ ـ ذراع متارجح
٧ ـ مسمار انزلاق
٨ ـ جريدة مسننة
٩ ـ أوزان طائرة .

الشكل (٣٠)

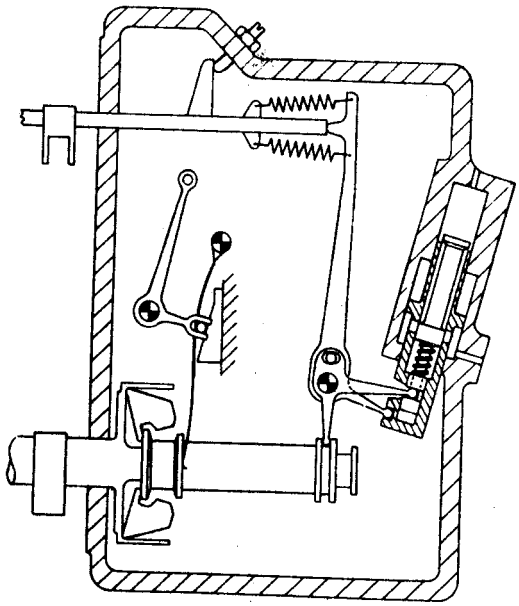
تفاصيل الحاكمة GCV صنع CAV

ما هو تصميم الحاكمة الميكانيكية لجميع السرعات المركبة على مضخة حقن الوقود طراز DPA من النوع الموزع ؟

عندما تركب حاكمة ميكانيكية على مضخة حقن وقود من نوع الموزع طراز DPA ، فإن غلاف المضخة يُمد بحيث يستوعب الحاكمة آلتي تحمل على عمود الإدارة . يُحمل عمود الإدارة ضمن صرة كبيرة لها مضجع أسطواني في غلاف المضخة ويحمل آلية الأوزان الطائرة .

وضعت الأوزان الطائرة للحاكمة ضمن حامل مثبت ما بين صرة الإدارة ودرجة موجودة على عمود الإدارة . شكلت الأوزان بحيث أنها أثناء التشغيل ترتكز حول حافة واحدة ، ومع تحركها نحو الداخل أو الخارج تحت تأثير مختلف القوى النابذة حسب سرعة المضخة ، فإنها تقوم بتشغيل جلبة دفعية تنزلق على عمود الإدارة محركة إياه محورياً للتحكم بدخول الوقود عن طريق آلية الحاكمة بواسطة صمام مقايسة دوار .

وتقوم حلقة نابضية تصل ذراع الحاكمة مع صمام المقايسة بإغلاق الصمام بواسطة آلية الإيقاف بدون الحاجة للتغلب على نابض الحاكمة . يمكن أن يتم الإيقاف يدوياً أو بواسطة جهاز يعمل بملف لولبي كهربائي .



الشكل (٣١)

شكل مبسط للحاكمة CS صنع CAV مع مؤازر هيدروليكي

كيف تعمل الحاكمة الميكانيكية لجميع السرعات المركبة على مضخة توزيع الوقود طراز DPA ؟

يمكن تتبع عمل هذا النوع من الحاكمات بشكل مفصل بالرجوع إلى (الشكل ٣٢) :

تكون الأوزان الطائرة B وجلبة الدفع A محمولة على العمود T . وجه الجلبة A متلامس مع ذراع التحكم C . يكون هذا الذراع متصلاً بصمام المقايسة O بواسطة مجموعة من خطاف ونابض ، يكون النابض خفيفاً ويسمح بإبطال حركة الصمام المتجه إلى وضعية الإغلاق عند إيقاف المحرك .

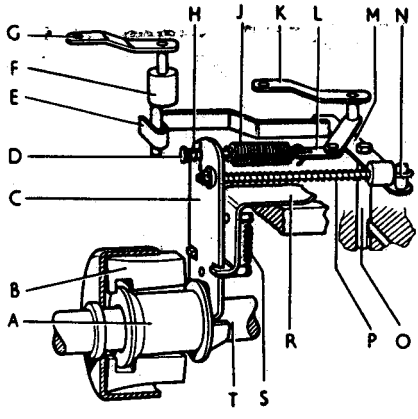
يرتكز ذراع التحكم C حول حافة حادة على القاعدة الفولاذية المسطحة R يتم تشغيل قضيب إغلاق الوقود الفولاذي المسطح E بواسطة العمود المرفقي الصغير F ويرتبط مع صمام المقايسة . وعند تشغيل ذراع إيقاف الوقود G فإن العمود F سيحرك الذراع E ، ومهما كانت وضعية أوزان الحاكمة والجلبة فإن هذا الذراع ، يستطيع أن يدير صمام المقايسة O ضد ضغط النابض الخفيف P موقفاً بذلك المحرك .

يتم التحكم بالحاكمة بواسطة النابض J المرتبط بواسطة الوصلة L المتصلة مع العمود وذراع التحكم K. يرتبط النابض مع ذراع التحكم عن طريق دليل نابض السرعة بدون حمل (D) ويكون محمل نابضياً بنابض السرعة بدون حمولة H. وبالتالي يتم التحكم بالمحرك بواسطة الذراع K بواسطة ضبط الحمولة على نابض الحاكمة J الذي يقاوم دفع الأوزان عن طريق الذراع C. وهذه الذراع تكون محملة نابضياً أثناء الدوران بدون حمل بواسطة نابض الدوران الخفيف بدون حمل ، ولكن بازدياد السرعة يبدأ عمل نابض التحكم الرئيسي .

عند الإقلاع يُدفع ذراع الخانقة K إلى الأمام جاعلاً صمام المقايسة في وضعية الفتح الكامل للوقود . ومع اشتعال المحرك يمكن إعادة الذراع ومن ثم تعمل الحاكمة في وضعية الدوران بدون حمولة .

تقوم حركة ذراع الخانقة بضبط الحملة على نابض التحكم للحاكمة لأحداث التغير في وضعية ذراع التحكم وبالتالي صمام المقايسة لإدخال كمية أكبر أو أقل من الوقود إلى المضخة حسب الحاجة . وبالنسبة لأي عملية ضبط فإن الحاكمة ستحافظ على السرعة ضمن حدود ضيقة .

يؤمن شد نابض الحاكمة زيادة المقاومة لحركة ذراع التحكم في الحاكمة تحت تأثير أوزان الحاكمة ، لذلك بزيادة الشد الناتج عن الفتح المتزايد للخانقة يصبح تحكم الحاكمة عند سرعة دوران (دورة / دقيقة) أكبر . ضمن مجال السرعة بدون تحميل يزال الشد عن نابض الحاكمة J ويعطي نابض الدوران بدون حمل H تحكماً حساساً عند سرعة دوران (دورة / دقيقة) منخفضة .



A ـ جلبة دفعية
B ـ أوزان الحاكمة
C ـ ذراع الحاكمة
D ـ دليل نابض التشغيل بدون حمل
E ـ قضيب الاغلاق
F ـ عمود الاغلاق
G ـ ذراع الاغلاق
H ـ نابض الدوران بدون حمل
J ـ نابض الحاكمة
K ـ ذراع التحكم
L ـ وصلة
M ـ ذراع صمام المقايسة
N ـ ذراع بشكل خطاف محمل نابضياً
O ـ صمام المقايسة
P ـ نابض الخطاف
R ـ صفيحة ارتكاز
S ـ نابض حصر
T ـ عمود إدارة مخدد

الشكل (٣٢)

حاكمة ميكانيكية لمضخة حقن الوقود من النوع الموزع **CAVDPA**

ما هو مبدأ الحاكمة الهوائية ؟

تستخدم الحاكمة الهوائية انخفاض الضغط في مجمع السحب للمحرك للتحكم بمضخة الوقود وبالتالي بالمحرك . يتم التحكم في استطاعة المحرك عند أية سرعة على كامل مجال السرعات ما بين حدي السرعة بدون حمل والسرعة الأعظمية ويحدد ذلك مسبقاً بواسطة عمليات ضبط لولب الموقف .

كيف تكون بنية الحاكمة الهوائية ؟

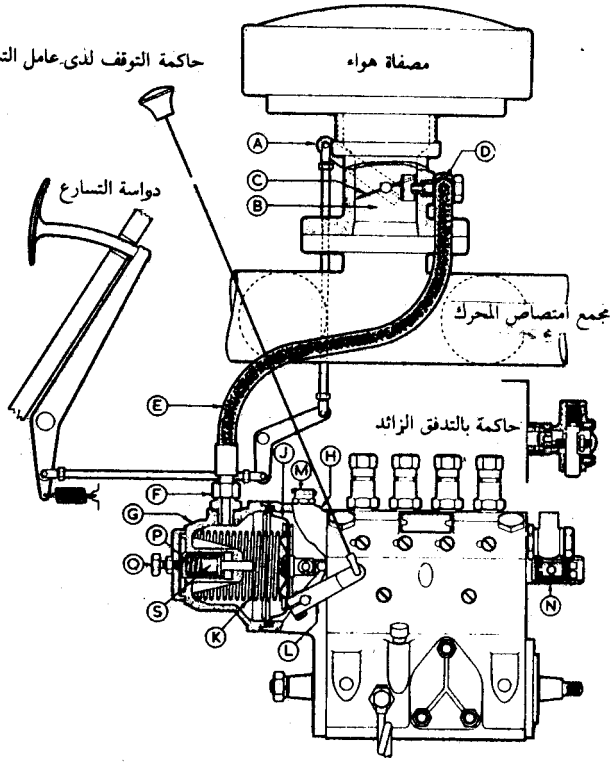
يبين (الشكل ٣٣) حاكمة هوائية . تتألف من جزئين رئيسيين :

١ ـ وحدة الفنتوري الموجودة بين أنبوب مجمع الإمتصاص على المحرك ومصفاة الهواء .

٢ ـ وحدة الحجاب المركبة على مضخة الوقود والمتصلة مع الجريدة المسننة التي تتحكم بالوقود .

ويتبين من الشكل أن الجسم من الداخل على شكل فنتوري B إيفاده الفعلية محددة حسب المحرك الذي ستركب عليه الحاكمة وحسب مجال السرعة المرغوب . يوجد صمام فراشة C للتحكم في تدفق الهواء ويتصل عبر محور وذراع A بدواسة التسارع . يمكن التحكم بحركة صمام الفراشة من أجل السرعة بدون حمل والسرعة العظمى بتعيير المصدمين T و U (الشكل ٣٤) . يوجد فنتوري صغير

مساعد متوضع ضمن الفنتوري الرئيسي . يبرز في الفنتوري المساعد بشكل عمودي على تدفق الهواء أنبوب بيتو يتصل مع وحدة الحجاب عن طريق الأنبوب المرن E (إن وحدات التحكم بالتدفق المضاعفة ذات أنبوب بيتو وفنتوري تشكل فنتوري مساعد ثاني وأنبوب بيتو ثاني ، يوصل أنبوب البيتو هذا بواسطة أنبوب



A ـ ذراع التحكم بصمام الفنتوري
B ـ عنق الفنتوري
C ـ صمام الفراشة للفنتوري
D ـ مجموعة أنبوب الفراغ
E ـ أنبوب فراغي
F ـ مجموعة غلاف الحجاب
G ـ غلاف الحجاب
H ـ الغلاف الرئيسي

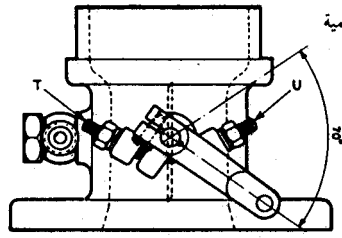
J : حجاب
K : النابض الرئيسي للحجاب
L : ذراع الايقاف
M ـ غطاء الوقود
N ـ ذراع التحكم بالتوقف
P ـ نابض مساعد للتشغيل بدون حمل
Q ـ لولب ضبط مساعد للتشغيل بدون حمل
S ـ كابس مساعد للتشغيل بدون حمل

الشكل (٣٣)

حاكمة هوائية ذات أنبوب بيتو وفنتوري وحيد في وحدة التحكم بالتدفق

T ـ لولب ضبط من أجل السرعة الأعظمية

U ـ لولب ضبط للدوران بدون حمل



الشكل (٣٤)

مصادم التحكم على الفنتوري لوحدة التحكم بالتدفق صنع CAV

A ـ صمام فراشة

B ـ فنتوري اضافي

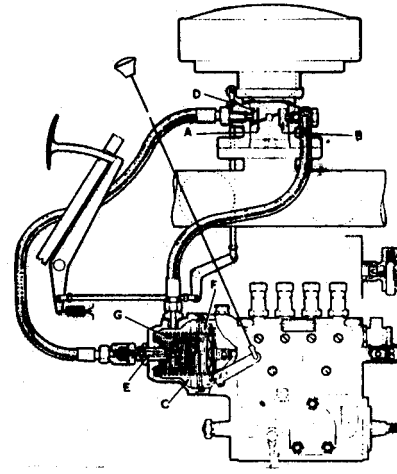
C ـ حجرة الحجاب

D ـ فنتوري إضافي ثانوي

E ـ صمام هواء

F ـ حجاب

G ـ نابض الحاكمة



الشكل (٣٥)

الحاكمة الهوائية صنع CAV ذات مجموعة التحكم بالتدفق بوحدة أنبوب بيتو وفنتوري مزدوجة

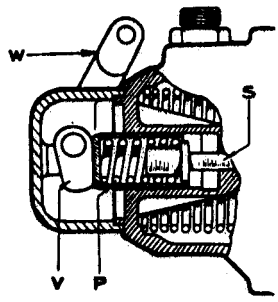
مرن مع صمام هواء متوضع في وحدة الحجاب (الشكل ٣٥) . تتألف وحدة الحجاب من غلاف رئيسي H وغلاف الحجاب وبينهما يثبت الحجاب J . وبذلك يتشكل حيز سدود للهواء ضمن الغلاف G. يوضع النابض K في هذا الحيز ليؤثر في الحجاب ، وهو يميل لرفع ذراع التحكم بالمضخة إلى المصدم N لوضعية الوقود الأعظمية . إن فائدة الذراع L هي أنه يمكن إيقاف المحرك بتشغيل حاكمة مثبتة على هذه الذراع بواسطة سلك أو وصلة مركبة على لوحة أجهزة القياس .

كيف تعمل الحاكمة الهوائية ؟

بالرجوع إلى (الشكل ٣٣) يمكن شرح عمل الحاكمة كما يلي :

يدفع النابض Kذراع التحكم إلى وضعية توريد الوقود بكمية أعظمية مما يؤمن كمية كافية من الوقود لإقلاع المحرك . ولكن عندما يدور المحرك وتعود دواسة التسارع إلى وضعية الدوران بدون حمولة يبقى صمام الفراشة C مغلقاً عملياً ، وينشأ فراغ كبير في أنبوب الفراغ E وخلف الحجاب . وبالتالي يتغلب الضغط في الجانب الآخر للحجاب ـ وهو الضغط الجوي ـ على قوة شد النابض الرئيسي K ويسحب الحجاب ذراع التحكم باتجاه وضعية التوقف إلى أن يدور المحرك بسرعة عدم التحميل المحددة مسبقاً والتي بموجبها تم ضبط مصدم دوران المحرك U بدون حمولة (أنظر الشكل ٣٤) . عند ضغط دواسة التسارع يفتح صمام الفراشة ويسبب ذلك نقص سرعة الهواء المار في عنق الفنتوري بحيث يتحرر الفراغ مما يسمح للنابض K(الشكل ٣٣) بدفع ذراع التحكم باتجاه وضعية الحمل الكامل لزيادة كمية الوقود آلتي تضخ ورفع سرعة المحرك .

عندما يصبح ذراع التشغيل مقابل مصدم السرعة القصوى T (الشكل ٣٤) يتم الحصول على السرعة العظمى للمحرك . عندما يميل المحرك إلى زيادة سرعته فوق القيمة المحددة مسبقاً يتولد انخفاض ضغط متزايد في أنبوب الفراغ وحيز النابض بسبب السرعة المتزايدة للهواء ضمن عنق الفنتوري فينسحب ذراع التحكم إلى وضعية التوقف مما يعيد المحرك إلى سرعته العادية .



P ـ نابض اضافي للدوران بدون حمل

S ـ كابس

V ـ كامة

W ـ ذراع تشغيل الكامة

الشكل (٣٦)

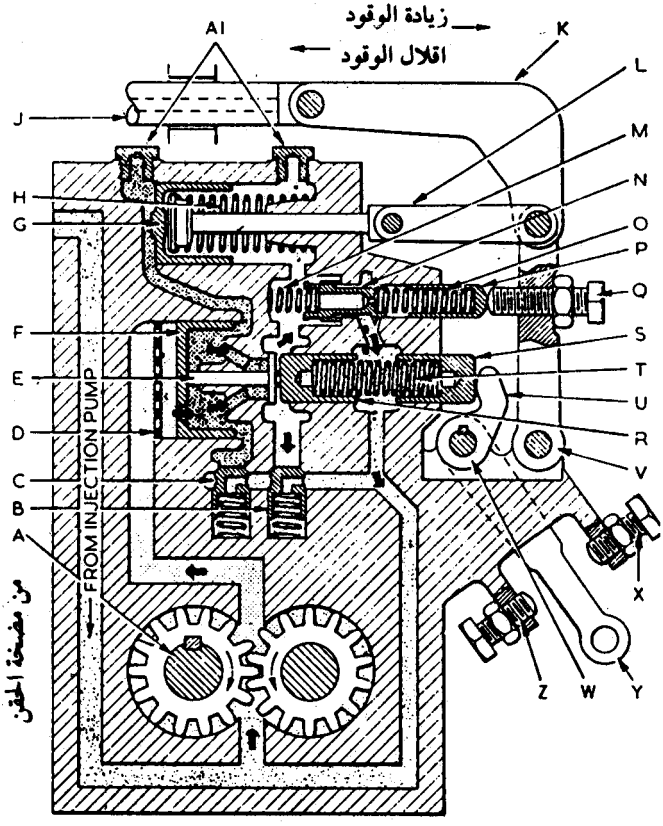
مصدم إضافي يعمل بواسطة كامة على الحاكمة الهوائية صنع CAV

ما هي الطرق المتوفرة للتحكم بواسطة الحجاب من أجل سرعة الدوران بدون تحميل ؟

توجد طريقتان عند تركيب وحدة أنبوب بيتو ـ فنتوري أحادية ، وهما طريقة الضبط بواسطة لوالب وطريقة الضبط بواسطة كامات .

بالنسبة للضبط بواسطة لوالب (الشكل ٣٥) من الممكن تحديد وتثبيت بشكل دائم النقطة آلتي عندها يبدأ نابض مساعد أو نابض تخميد بالعمل ، في حين أنه بالنسبة للضبط بواسطة كامات يشد النابض المساعد بواسطة الكامة V (الشكل ٣٨) المتصلة بالدواسة أو بجهاز التحكم بالسرعة من خلال محور دوران وذراع W. فقط عند إعادة دواسة التسارع إلى وضعية الدوران بدون حمل يبدأ عمل النابض P .

عند تركيب وحدة أنبوب بيتو ـ فنتوري مزدوجة يستبدل مصدم الدوران بدون حمل بصمام هواء محمل نابضياً E (الشكل ٣٧) . عند تحرك الحجاب إلى ما وراء وضعية الدوران بدون تحميل ، يفتح هذا الصمام للسماح بتحرير هبوط الضغط في حجرة الحجاب .



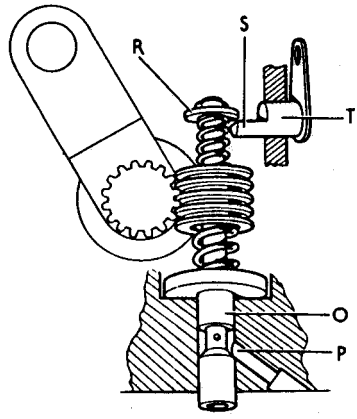
الوقود عند ضغط الفتح — الوقود عند ضغط توريد الحاكمة

الوقود عند ضغط مجمع مضخة الحقن — الوقود عند ضغط الاغلاق

A ـ مضخة مسننه
AI ـ سدادات تنفيس
B ـ صمام تنفيس الضغط المنخفض .
C ـ صمام تنفيس الضغط العالي .
D ـ ناشر
E ـ صمام المضخم
F ـ كابس المضخم
G ـ كابس المؤازر (سيرفو)
H ـ نابض كابس المؤازر
J ـ ذراع التحكم بمضخة الحقن
K ـ حلقة سحب
L ـ حلقة متأرجحة
M ـ نابض داخلي
N ـ الكابس الداخلي لصمام الحمول
O ـ نابض خارجي
P ـ كابس خارجي لصمام الدوران بدون حمل
Q ـ لولب ضبط صمام الدوران بدون حمل
R ـ كابس التحكم الداخلي
S ـ كابس التحكم الخارجي
T ـ نابض تحكم
U ـ سن تحكم
V ـ ذراع الحاكمة
W ـ محور التحكم
X ـ برغي إيقاف السرعة الأعظمية
Y ـ ذراع تحكم
Z ـ برغي إيقاف سرعة التشغيل بدون حمل

الشكل (٣٧)

مبدأ عمل الحاكمة الهيدروليكية نوع H صنع CAV



O ـ صمام مقايسة
P ـ فتحة مقايسة .
R ـ رنديلة إغلاق .
S ـ كامة إغلاق .
T ـ عمود إغلاق .

الشكل (٣٨)

آلية الحاكمة الهيدروليكية لمضخة حقن الوقود من نوع الموزع طراز **DPA** صنع **CAV**

كيف يتم ضبط سرعة الدوران بدون حمولة في الحاكمة الهوائية ؟

عند تركيب وحدة أنبوب بتيو ـ فنتوري أحادية يتم ضبط سرعة الدوران بدون حمولة بحركة مصدم الدوران بدون تحميل U (الشكل ٣٦) . يجب إجراء ضبط مصدم الدوران المساعد بدون حمل (الضبط بواسطة لولب أو كامة) فقط عند حدوث تغير دوري في السرعة عند سرعة الدوران بدون حمل الصحيحة . عند حدوث التغير الدوري في السرعة يجب أولاً التأكد من أن أسباب ذلك ليست أعطالاً في المحرك (مثال عطل في حواقن الوقود) قبل إجراء عمليات الضبط .

عند تركيب وحدة أنبوب بيتو ـ فنتوري مزدوجة يجب ضبط وضعية مصدم الدوران بدون تحميل على الفنتوري ووضعية مجموعة صمام الهواء في وحدة الحجاب في نفس الوقت . إن عملية ضبط أي منهما على حدة سوف يؤثر في سرعة

الدوران بدون حمل ، لذلك فقط عملية ضبط كليهما في نفس الوقت يمكن بها تحقيق وضعية يتم عندها الحصول على دوران منتظم عند سرعة التشغيل الصحيحة بدون حمولة .

ما هي وظيفة جهاز الوقود الزائد ؟

يسمح هذا الجهاز بتجاوز مصدم الوقود الأعظمي لتأمين كمية وقود زائدة من أجل الإقلاع .

كيف يعمل جهاز الوقود الزائد النموذجي ؟

يبين (الشكل ٣٣) أحد النماذج الموجود ضمن مصدم الوقود الأعظمي . يبين الشكل مصدم الوقود الزائد (في وضعية الوقود العظمى) محمولاً على كابس محمل نابضياً . عندما يُضغط الكابس يتحرك لولب المصدم بحيث يصبح على استقامة فتحة مثقوبة في نهاية ذراع التحكم ، وبالتالي يسمح للذراع بالتحرك إلى ما بعد وضعية الوقود العظمى العادية . عند إقلاع المحرك وتحرير دواسة التسارع يتحرك ذراع التحكم باتجاه مصدم الدوران بدون حمل ويعود الكابس ومصدم الوقود الأعظمي أوتوماتيكياً إلى وضعية العمل العادية بواسطة النابض .

كيف تكون بنية الحاكمة الهيدروليكية المركبة على مضخات الحقن الموقوتة المستقيمة المستخدمة في محركات سيارات النقل ؟

يعتبر النموذج CAV طراز H مثالاً عن الحاكمة الهيدروليكية المعدة للتحكم بمحركات المازوت ذات السرعة المتغيرة وذات السعة حتى حوالي ليترين لكل أسطوانة . وهي من النوع الذي يصلح لجميع السرعات ويساعد على ضبط سرعة المحرك عند أية قيمة مرغوبة ما بين السرعة الأعظمية وسرعة الدوران بدون حمل .

تعمل هذه الحاكمة على مبدأ « المضخم الهيدروليكي المعكوس » حيث يؤدي تغير طفيف في الضغط في أحد أجزاء المجموعة إلى توليد تغير معاكس في جزء آخر بقيمة أكبر بكثير .

تركب الحاكمة على أحد طرفي مضخة الحقن . يُحمل مصدم الوقود الأعظمي (الذي يتضمن أيضاً جهاز وقود زائد لتسهيل الإقلاع) ضمن غلاف مستقل على الطرف المقابل لمضخة الحقن .

يتم تحقيق الأمان باستخدام ذراع إغلاق يمكن تشغيلها يدوياً بعكس تشغيل الحاكمة ، بالاضافة إلى ذلك يعيد النابض المؤازر ذراع التحكم إلى وضعية الصفر إذا هبط ضغط الوقود لأي سبب . تستخدم الحاكمة نفس الوقود العادي المسحوب من مضخة الحقن كوسيط تشغيل . يصل ممر مجمع الوقود للمضخة مع مدخل المضخة المسننة للحاكمة التي تؤمن ضغط التشغيل .

إن المضخة المسننة المركبة على الإمتداد السفلي للغلاف الرئيسي ذات بنية بسيطة تستخدم مسننين مقسيين ومجلخين لهما شكل انفليوتي عادي . تدار المضخة من جلبة على عمود الكامات عن طريق قارنة ذاتية التراصف لتحرير المسننات من التحميل الجانبي بسبب الإدارة . وتكون بنية الجسم من ثلاثة أجزاء . يحمل أحد الأجزاء مضاجع المحاور ، ويحوي الجزء المتوسط المسننات (وهو مصنوع من حديد الصب ومجلخ سطحياً بدقة) ، وللمجموعة بأكملها غطاء من الألمنيوم ، وتكون الأجزاء الثلاثة مثبتة بمسامير ومتماسكة معاً بواسطة صبالم تمر من خلال الجسم إلى وجه التركيب . لا تستخدم أية مانعات تسرب عند سطوح الوصل .

تكون جميع الأجزاء المتحركة للحاكمة محمولة في جلبات ، وتكون جلبات المكابس الرئيسية سائبة كلية لتجنب التشويه . تستخدم حلقات من مطاط صناعي مضغوط لمنع التسرب .

ما هو مبدأ عمل الحاكمة الهيدروليكية CAV طراز H ؟

تلتقط المضخة المسننة A (الشكل ٣٧) الوقود من مجمع الوقود لمضخة الحقن وتدفعه تحت الضغط عن طريق الموزع D إلى حجرة المضخم التي يخرج منها الوقود عبر فتحة صغيرة موجودة في كابس المضخمَ F . إن هبوط الضغط خلال الفتحة الصغيرة سوف يشكل دفعاً على كابس المضخم تبعاً لكمية الوقود المتدفقة ، أي تبعاً لسرعة المضخة المسننة والتي تتناسب بدورها مع سرعة المحرك نظراً إلى أن المضخة المسننة تدار مباشرة من عمودا لكامات لمضخة الحقن .

بعد مرور الوقود في كابس المضخم يتجه إلى الكابس المؤازرG الذي يتحرك بعكس حركة النابض H للكابس المؤازر . يكون هذا الكابس مقترناً مع ذراع التحكم لمضخة الحقن ، والحركة التي تتم لها الأثر في تحريك ذراع التحكم لمضخة الحقن تجاه وضعية الفتح مما يزيد من توريد المضخة للوقود . يكون الضغط المولد عند هذه النقطة محدوداً بصمام تنفيس الضغط العالي C. وتؤدي الزيادة في الضغط إلى تمرير الوقود خلال هذا الصمام إلى وصلة الدخول لمضخة المسننات .

يؤدي الضغط الطرفي على كابس المضخم (الذي ذكر مسبقاً) لجعل هذا الكابس يستند مقابل ساق صمام المضخم E مما يسبب فتح هذا الصمام . ولكن يحد من الميل لانفتاح الصمام الحمل على نابض التحكم T. يتم تغيير تحميل نابض التحكم بواسطة سن التحكم U المرتبط مع عمود التحكم W بواسطة خابور والذي يُشغل بواسطة وصلات دواسة التسارع من خلال الذراع Y. يؤدي الضغط على دواسة التسارع إلى دفع الكابس الخارجي S باتجاه كابس التحكم الداخلي R فيضغط نابض التحكم T لزيادة الحمل على صمام المضخم ، وبذلك ينفتح صمام المضخم عند ضغط ما يتوقف على وضعية سن التحكم المختارة من قبل السائق . يتجه الوقود المتدفق من خلال هذا الصمام إلى داخل الكابس المؤازر حيث يساعد نابض الكابس المؤازر H في مقاومة ضغط الفتح ويعيد الكابس

المؤازر إلى حالة التوازن تبعاً للفرق ما بين ضغط الفتح وضغط الإغلاق .

يحد من ضغط الإغلاق صمام الضغط المنخفض B الذي يفتح تحت تأثير الضغط الزائد ويعيد الوقود إلى طرف الدخول للمضخة المسننة . أيضاً يرتبط مع صمام الإغلاق صمام الدوران بدون حمل N . يسمح هذا العام بخروج الوقود إلى مدخل المضخة المسننة خلال شقوق موجودة في جسم الصمام N والتي تفتح أو تغلق بواسطة طوق موجود على كابس الصمام . وكما ذكرنا سابقاً صمم صمام الدوران بدون حمولة لإعطاء حساسية أكبر في شروط التشغيل بدون حمولة مما يمكن أن يعطيه المضخم وحده ، مع أخفض معدلات لتدفق الوقود يتم الحصول عليها عند الدوران بدون حمولة .

مما يساعد في فهم عمل صمام التشغيل بدون حمل دواسة ذراع الحاكمة V. يكون هذا الذراع مرتكزاً من طرفه السفلي ، ويكون طرفه العلوي مقترناً من خلال وصلة متأرجحة L مع الكابس المؤازر . يحمل الطرف العلوي أيضاً وصلة سحب K متصلة بذراع التحكم في مضخة الحقن . عند النقطة المتوسطة يحمل الذراع لولب ضبط Q يستند عليه الكابس الخارجي P لصمام التشغيل بدون حمل . وبالتالي فإن للكابس P حركة متناسبة مع حركتي الكابس المؤازر وذراع التحكم .

يبقى الكابسان N و P العائدان لمجموعة صمام الدوران بدون حمل بعيدان عن بعضهما بواسطة النابض الخارجي O في حين يوضع النابض M بين الكابس الداخلي N وغلاف الحاكمة ، مثبتاً كلا الكابسين باتجاه ذراع الحاكمة ولولب الضبط .

تسمح فتحة صغيرة خلال الكابس الداخلي N للوقود تحت ضغط الإغلاق بإملاء الفراغ بين الكوابس ، ولكنها تقيد مرور الوقود دخولاً وخروجاً من هذا الفراغ . من أجل الحركة السريعة لذراع التحكم وذراع الحاكمة والكابس الخارجي P كما هو المعتاد في شروط التشغيل بدون حمل ، فإن التقييد يسبب

انحصار الوقود بين كابسين وبالتالي يتحركان ككابس واحد . وهذا يمنح مجموعة صمام الدوران بدون حمل معدل لخطي مرتفع ملائم للمحافظة على تشغيل بدون حمل مستقر .

من أجل الحركات البطيئة والتغيرات الدائمة في الوضعية يمكن أن يتساوى ضغطي الوقود على جانبي الفتحة الصغيرة مع بعضهما بسبب التدفق المستقر للوقود عبر هذه الفتحة . في هذه الحالة ، وبسبب عدم وجود انعدام توازن هيدروليكي ، يأخذ الكابس الداخلي N وضعية تعتمد ليس فقط على وضعية الكابس الخارجي P وإنما أيضاً على معدل النابض الداخلي M والخارجي O نظراً لأن حمولتيهما متساويتان .

يكون للنابض الخارجي O نصف معدل النابض الداخلي M ، ولذا يؤدي التغير الدائم في الوضعية للكابس الخارجي P إلى أن يغير الكابس الداخلي N وضعيته بحركة تعادل ثلث حركة الكابس P .

يكون تأثير هذا هو تخفيض المعدل الدائم الفعال للحاكمة ، بحيث أن أي تغير في الحمولة أو المقاومة عند التشغيل بدون حمل ينتج عنه تغيراً صغيراً في سرعة (دورة / دقيقة) التشغيل بدون حمولة .

بالعودة إلى التدفق خلال صمام الدوران بدون حمل سوف نرى أن حركة ذراع التحكم وكابس صمام الدوران بدون حمل باتجاه وضعية الفتح سوف تسمح لصمام التشغيل بدون حمل بالحركة نحو الخارج بحيث يغلق الكابس الداخلي N الشقوق . يؤدي ذلك إلى تقييد تدفق الوقود خلال الصمام ورفع ضغط الإغلاق وإعادة الكابس المؤازر وذراع التحكم إلى الخلف إلى وضعية الإغلاق . وبالتالي يميل الصمام إلى تثبيت ذراع التحكم وكذلك سرعة المحرك في وضعية الإستقرار حسب حالة الضبط .

يتم اختيار السرعة الفعلية للمحرك من سرعة التشغيل بدون حمل حتى

السرعة الأعظمية حسب وضعية سن التحكم U ، كما يتحدد حسب وضعية دواسة التسارع ، تقوم الحاكمة بضبط كمية الوقود الموردة للحصول على السرعة المطلوبة والخاضعة للحد الذي تفرضه الإستطاعة الأعظمية المتوفرة .

يستخدم صمام الدوران بدون حمل Q الذي يكون محمولاً في الوسط على ذراع الحاكمة ، من أجل ضبط حساسية الحاكمة عند التشغيل بدون حمولة .

ما هو عمل الحاكمة الهيدروليكية المركبة على مضخة الحقن نوع الموزع طراز DPA ؟

إن الحاكمة الهيدروليكية ذات تصميم بسيط . يغلفها غلاف من حديد الصب صغير يركب على جانب جسم المضخة . يمكن تتبع عملها بالرجوع إلى (الشكل ٣٨) .

ينزلق صمام المقايسة O في تجويف مستعرض في الرأس الهيدروليكي ، ويتحكم أخدود حلقي بمر الوقود إلى فتحة المقايسة P. الصمام مجوف وهذا يسمح للوقود تحت ضغط الإنتقال بالوصول إلى الفتحة عبر ثقب مستعرض يحمل ساق الصمام النابض الرئيسي للحاكمة ونابض خفيف للدوران بدون حمولة يثبت بواسطة الرنديلة R يكون نابض الحاكمة محملاً بذراع التحكم بواسطة آلية مؤلفة من جريدة مسننة ومسنن صغير كما هو مبين . يعمل القرص الأكبر على ساق الصمام كمخمد لتقليل الحركات الفجائية للصمام .

يوجد جهاز لابطال الاغلاق . عبارة عن عمود T ذو كامة S في نهايته ، بحيث أنه عندما يعمل ذراع لإغلاق ترفع الكامة الرنديلة R وترفع صمام المقايسة وتمنع دخول الوقود .

في التشغيل العادي يبقى صمام المقايسة في مكانه بالتوازن بين ضغط نابض الحاكمة وضغط الوقود على طرفه السفلي . يرفع ازدياد سرعة المحرك ضغط

الإنتقال ويحرك الصمام ضد النابض حتى يتم التوصل إلى التوازن . عند تحريك ذراع التحكم باتجاه مصدم وضعية التشغيل بدون حمل يبدأ عمل نابض التشغيل بدون حمل ويقل ضغط النابض الرئيسي حتى الوصول إلى التوازن .

ما هو جهاز الحد من الدخان أو التحكم المعزز ؟

عبارة عن جهاز إضافي يوجد بشكل عادي في المحركات ذات التشحين العنفي يمنع الإصدار الزائد للدخان .

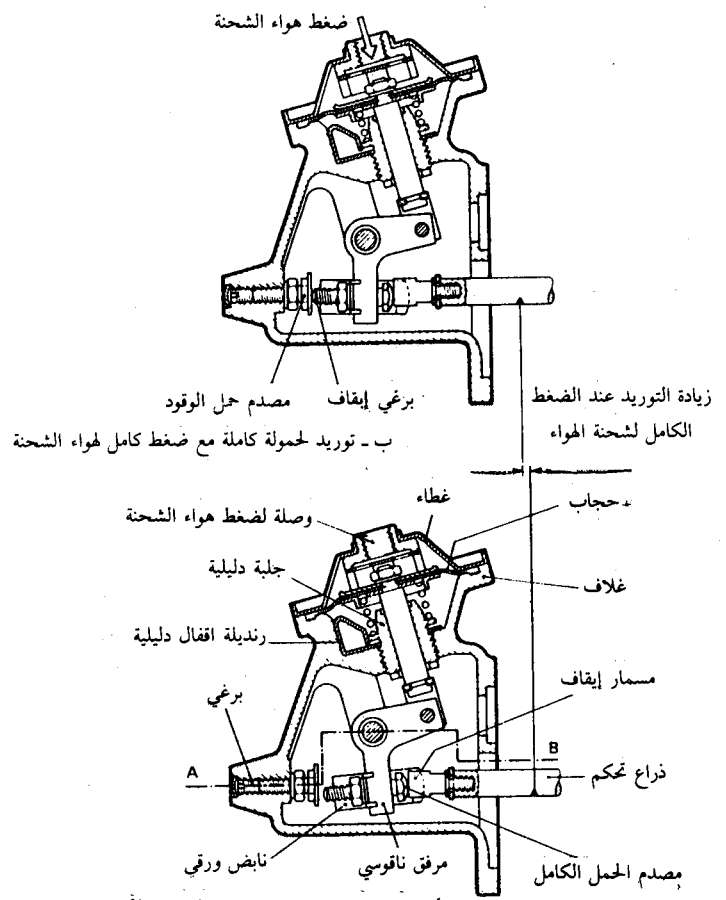
ما هي الحاجة لجهاز الحد من الدخان أو التحكم المعزز ؟

عند الضغط على دواسة التسارع في محرك ذي تشحين عنفي ، يوجد تأخير طفيف قبل أن تبدأ العنفة بالعمل بتأثير غازات العادم وتدور بسرعة لتعزيز الهواء الذاهب إلى المحرك ، ولذا ، وخلال التسارع ، من الضروري الحد من كمية الوقود الموردة إلى المحرك بحيث تلائم كمية هواء التعزيز ، وما لم يتم إجراء ذلك يظهر قدر كبير من الدخان الأسود أثناء المرحلة الأولية من التسارع .

كيف يعمل هذا الجهاز ؟

يتألف من حجاب على ذراع موصول بمرفق ناقوسي الشكل ترتبط نهايته الأخرى بنهاية ذراع التحكم الرئيسي في مضخة الحقن . عادة يثبت الحجاب في الوضعية المرتفعة بواسطة نابض بينما يمر الهواء من مجمع الإمتصاص عبر الخرطوم إلى الحجرة فوق الحجاب . عند عدم وجود تعزيز للهواء في مجمع الدخول يستطيع النابض إبقاء الحجاب مرتفعاً بحيث يمنع المصدم الموجود على الذراع المرفقي الناقوسي الحركة الكاملة لذراع التحكم . ولذا تورد كمية الوقود إلى المحرك أقل من الكمية النظامية .

مع ازدياد تعزيز الهواء بفعل المشحن العنفي بحيث يتغلب ضغط الهواء على ضغط النابض ويحرك بالتدريج الحجاب والذراع إلى الأسفل . يؤدي ذلك إلى سحب المصدم بعيداً عن نهاية ذراع التحكم بحيث تندفع كمية أكبر من الوقود إلى المحرك . وعند التعزيز الكامل للهواء يحدث توريد كامل للوقود إلى المحرك .



الشكل (٣٩)

صمام منع الدخان . يركب على الحاكمة لتحديد كمية الوقود الذاهبة للمحرك خلال الطور الأول للتسارع

٥ ـ حواقن الوقـــود

ما هو النوع العادي من حواقن الوقود ؟

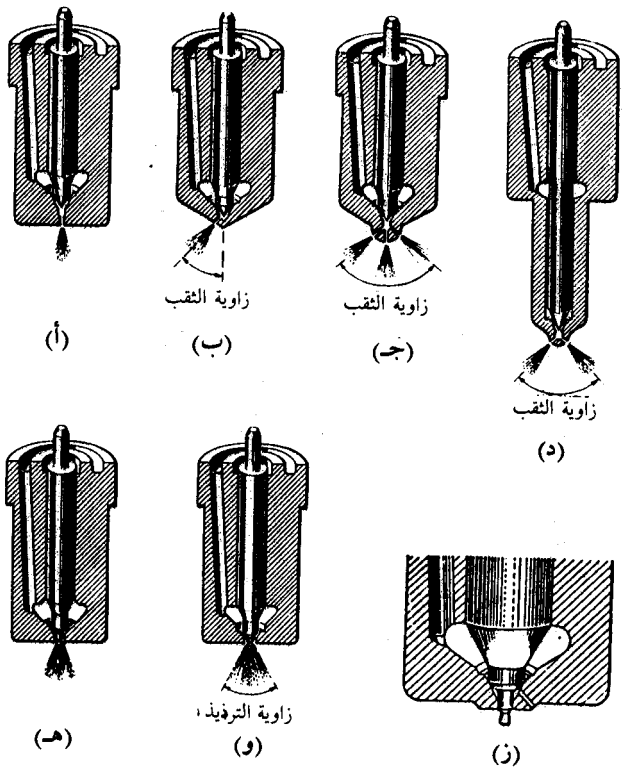
إن حاقن الوقود عبارة عن صمام يتم التحكم به بواسطة نابض يوضع في رأس أسطوانة المحرك (أو على طرف الاسطوانة في المحركات ذات الكوابس المتقابلة) ويسمح بدخول الوقود المضغوط من مضخة الحقن بشكل رذاذ ناعم إلى الاسطوانة . يثبت الحاقن في الوضعية الصحيحة في رأس الاسطوانة بواسطة ماسك الحاقن .

كيف يعمل حاقن الوقود النموذجي ؟

يتألف حاقن الوقود المتكامل (يدعىٰ أيضاً بصمام الوقود أو المذرر أو الفوهة أو البخاخ) من جزأين الأول صمام الحاقن والثاني جسم الحاقن .

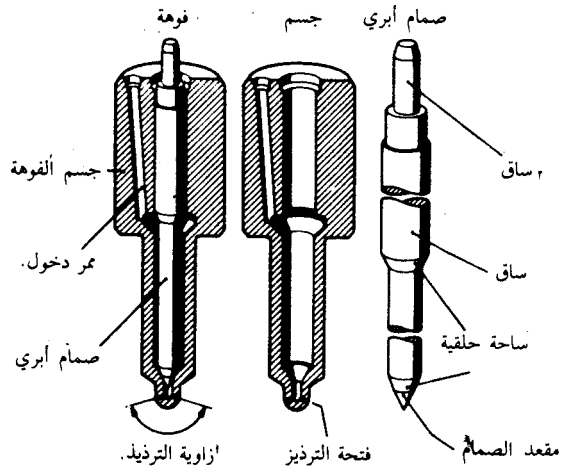
يأخذ صمام الحاقن شكل أسطوانة سطحها مقسى ومجلخ ومصقول تركب في جسم الحاقن ضمن أدق الحدود الممكنة التي يعمل بها بحرية . تكون إحدى نهايتي الصمام مزودة بساق بينما تكون النهاية الأخرى بساق قطره أصغر ويكون وجه الصمام فوق هذا الساق .

يغذى الوقود إلى فم الحاقن من خلال أنفاق صغيرة مثقوبة بشكل شاقولي في جسم الصمام تنتهي بخزان حلقي أو مجمع فوق مقعد الصمام مباشرة (الشكل ٤١) . عندما يرتفع صمام الحاقن عن مقعده في جسم الحاقن بسبب ضغط الوقود المغذى من مضخة الحقن ، ينضغط الوقود المتجمع في المجمع بقوة كبيرة عبر فتحة أو فتحات في الحاقن فيشكل رذاذ في حجرة احتراق المحرك .



(أ) ـ ثقب وحيد
(ب) ـ ثقب وحيد بنهاية مخروطية
(جـ) ـ عدة ثقوب
(د) ـ ساق طويلة
(هـ) ـ حاقن وتدي
(و) ـ حاقن تأخير
(ز) ـ حاقن نوع بنتو

الشكل (٤١) أنوع حواقن الوقود



الشكل (٤٠)

مضخة حقن الوقود صنع بوش . نوع الفوهة ذات الفتحة مع ساق طويل وطوق طويل

كيف تكون بنية حامل نموذجي لحاقن الوقود ؟

يحمل حامل الحاقن نابض الصمام والمحور الذي يفتح مقابله صمام الحاقن نتيجة لضغط توريد الوقود . يوجد في النهاية السفلية للحامل وجه مجلخ بدقة عالية يشكل اتصالاً مع فلنجة جسم الحاقن عندما تشد بإحكام بواسطة صامولة غطاء الحاقن .

يغذى الوقود من وصلة دخول الوقود من خلال ثقب في حامل الحاقن تنتهي بأخدود حلقي نصف دائري عند الوجه المجلخ لفلنجة جسم الحاقن .

تعود كميات الوقود المتسرب البسيطة التي تتجمع في حامل الحاقن والتي تدفع من أجل تزليق الحاقن ، إلى الخزان عن طريق أنبوب متصل مع وصلة تجميع التسرب .

ما هي الأنواع المألوفة من الحواقن ؟

الحاقن الوحيد الثقب والحاقن المتعدد الثقوب والحاقن ذو الساق الطويل والحاقن الوتدي وحاقن التأخير وحاقن بنتو PINTAUX.

الحاقن الوحيد الثقب : (الشكل ٤١ آ)

لهذا الحاقن ثقب وحيد مثقوب مركزياً في جسم الحاقن يغلق بواسطة صمام الحاقن . في تصميم CAV يمكن أن يكون للثقب أي قطر من ٢ , ٠ فما فوق . من أنواع هذا الطراز الحاقن ذو النهاية المخروطية (الشكل ٤١ ب)

الحاقن المتعدد الثقوب : (الشكل ٤١ جـ)

يمكن أن يكون لهذا الحاقن عدد من الثقوب المثقوبة في نهايته الكروية تحت مقعد الصمام ، يعتمد عددها وحجمها وتوزيعها على متطلبات المحرك الذي ركب الحاقن عليه .

الحاقن ذو الساق الطويل : (الشكل ٤١ د)

يستخدم للمحركات ذات الحقن المباشر ، حيث أن الحيز الكائن ما بين الصمامات في رأس الأسطوانة يكون محدوداً وغير ممكن تأمين تبريد كاف للحواقن النظامية ذات الساق القصير ، لذلك فالحاقن البديل له امتداد بقطر صغير . يعرف هذا الحاقن بالحاقن ذي الساق الطويل ، حيث له جسم ممتد ، ويكون في رأسه مقعد الصمام العادي وقبة من أجل ثقوب الحقن . يكون ساق الصمام أيضاً متطاول ولكنه مركب في جسم الصمام بتوافق خلوصي . يكون الجزء المصقول من الأسطوانة محصوراً بالمقطع الموجود فوق مجمع الوقود . ولذا فإن الدليل المصقول مرفوع إلى سوية أعلى في رأس الأسطوانة حيث يوجد عادة تبريد كاف ، ولكن بفضل صغر القطر فمن الممكن تأمين التبريد عند النهاية السفلية .

الحاقن الوتدي : (الشكل ٤١ هـ) :

صمم هذا الحاقن للاستخدام في حجرات الاحتراق ذات الخلايا الهوائية والحجرات الدوامية أو الحجرات ذات الاحتراق المسبق . يمتد ساق الصمام ليشكل وتداً أو مسماراً يبرز من خلال فم جسم الحاقن . يمكن بتعديل القياس والشكل لهذا المحور تأمين تذرير متغير .

إلى مخروط أجوف بزاوية ٦٠° فما فوق .

حاقن التأخير : (الشكل ٤١ و)

تتطلب بعض المحركات ذات حجرات الاحتراق المسبقة التي تحتاج لحاقن وتدي إلى خواص تذرير مختلفة لكي يتم تحقيق دوران هادىء عند سرعات التشغيل بدون حمل . يتم ذلك بتعديل تصميم الوتد بحيث يقل معدل الحقن في بداية التوريد . وتكون النتيجة تقليل كمية الوقود في حجرة الاحتراق عندما يبدأ الاحتراق وبالتالي التخلص من ظاهرة الطرق . يدعى الحاقن المعدل هذا بحاقن التأخير . ويجب ملاحظة أن استخدام هذا النوع من الحواقن قد لا يؤدي إلى تحسين عملية التشغيل بدون حمولة في كل محرك ذي حجرة احتراق مسبق ، ويجب أن يتم اختياره بعد اختبارات مطولة تتضمن اعتبارات أخرى .

حاقن بينتو : (الشكل ٤١ ز)

هذا الحاقن هو مطور عن الحاقن الوتدي ، له ثقب إضافي للتذرير للمساعدة في الإقلاع عندما يكون المحرك بارداً . عند سرعات إقلاع المحرك لا يرفع الصمام الابري بشكل كاف لكشف ثقب الو تد وتفريغ الوقود عبر الثقب الاضافي . أما عند سرعات الدوران النظامية عندما يكون الضغط في مجموعة الوقود أعلى ينسحب الصمام الابري من ثقب الوتد مما يسمح بتفريغ كمية كبيرة من الوقود من خلال هذا الثقب .

ما هي التغيرات التي جرت لتلائم محركات الديزل للسيارات ؟

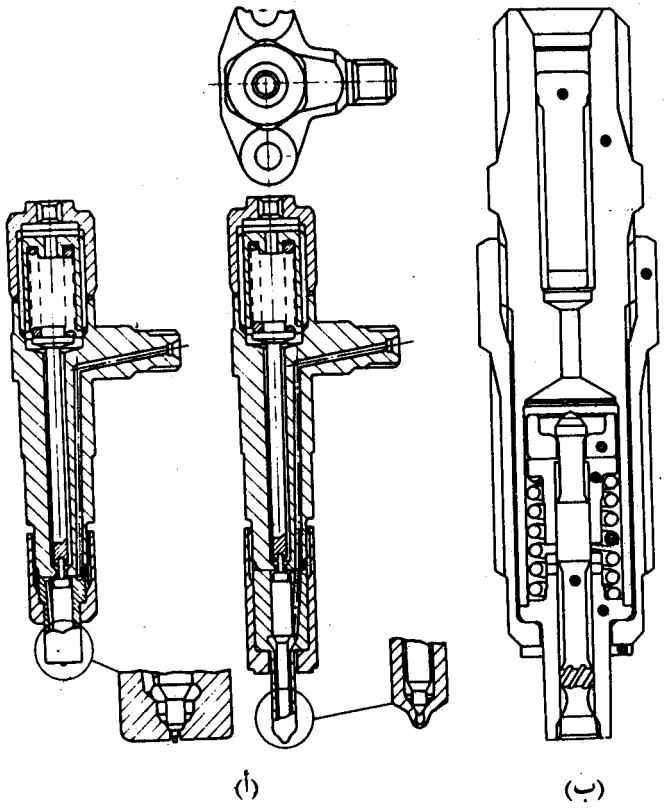
تسهيل تركيب الحاقن في رأس الاسطوانة ويتم ذلك بواسطة فتح سن في رأس الاسطوانة وآخر حول محيط حامل الحاقن ، وذلك بدلاً من استخدام الصبالم والبراغي . بالاضافة إلى ذلك طورت شركة لوكاس CAV الحاقن الميكروي الذي له أبعاد خارجية أصغر بكثير من التصاميم السابقة ، وتختلف بنية هذا الحاقن عن الحاقن الوتدي (أنظر الشكل ٤٢) .

إذا لم يعمل المحرك بانتظام ، وانحصر الشك بعطل في الحاقن ، كيف يمكن تحديد الاسطوانة ذات الحاقن المعطل ؟

أثناء دوران المحرك بشكل غير منتظم يتم حل صمولة الوصل لأنبوب الوقود على كل حامل حاقن على التوالي حتى يظهر الحاقن المعطل . إن حل صامولة الوصل يمنع الوقود من الوصول عبر الحاقن إلى الاسطوانة ، وبالتالي يكون الحاقن المعطل هو الحاقن الذي إذا قطع توريد وقوده إلى المحرك لا يتغير عمل المحرك أو حالة دورانه ، في حين أنه عند قطع إمداد الوقود عن أي من الحواقن الأخرى سوف يؤدي إلى تغير واضح في عمل المحرك .

كيف يتم اختبار حاقن مشكوك به مركب على أنابيبه الخاصة ؟

أولاً تزال صواميل التثبيت وتسحب كامل المجموعة (الحاقن وحامل الحاقن) من رأس الاسطوانة وتدار حول أنبوب تغذية الوقود بحيث يتجه الحاقن نحو الخارج بعيداً عن المحرك . ثانياً تُرخى الوصلات الأخرى لأنابيب التغذية بالوقود لحامل الحاقن (لمنع تذرير الوقود في داخل الاسطوانات) بعد ذلك يدار المحرك حتى يبدأ الحاقن المشكوك به بضخ الوقود المذرر في الهواء عندها تظهر فوراً جودة التذرير . يجب أن يكون الرذاذ متناظر تماماً في الشكل ومذرر بشكل رذاذ



الشكل (٤٢)

أ ـ حواقن CAV ذات محور الارتكاز والفتحات المتعددة

ب ـ حواقن CAV نوع « مكر وجكتور » ذات الشرار من أجل محركات ديزل السيارات .

مجموعة جسم الحامل

١ ـ مصفاة طرفية ٢ ـ جسم حامل الفوهة . ٣ ـ صمولة حامل الفوهة مجموعة صمام الفوهة :

٤ ـ طوق . ٥ ـ موقف الصعود . ٦ ـ نابض ـ ٧ ـ صمام الفوهة . ٨ ـ جسم الفوهة . ٩ ـ وندبلة أحكام رأس الأسطوانة .

(ملاحظة : النوع ب أصغر من النوعين الآخرين)

دقيق كما يجب أن يعطي الصمام صوتاً مميزاً إذا كان الحاقن بحالة جيدة . إذا كان الحاقن يطلق نافورة غير منتظمة أو وحيدة الاتجاه (في الحواقن الوحيدة الثقب) فهذا دليل على وجود أوساخ على مقعد الصمام . وبالمثل ، إذا كانت البخات المستقلة الصادرة عن حاقن متعدد الفتحات غير منتظمة ، فإن بعض الفتحات قد تكون مسدودة أو توجد أوساخ في مقعد الصمام .

ما هي الاجراءات التي يجب اتخاذها عند فحص حاقن وقود ؟

يجب الانتباه بشدة لمنع تلامس الوقود المحقون بالأيدي لأن الضغط العالي الذي يحقن به الوقود يسبب دخول ونفوذ الوقود إلى داخل البشرة بسهولة .

ما هي الأعطال التي يمكن أن توجد في حواقن الوقود ؟

١ ـ ضغط تشغيل غير صحيح .
٢ ـ شكل مشوه للرذاذ .
٣ ـ تنقيط الوقود من ثقوب الحاقن .
٤ ـ صمام الحاقن لا يصدر صوت أزيز عند الحقن .
٥ ـ وجود أوساخ بين صمام الحاقن ومقعده .
٦ ـ تشقق جسم الحاقن .
٧ ـ انكسار نابض الانضغاط لصمام الحقن .
٨ ـ استعصاء صمام الحاقن في دليله .
٩ ـ النابض الانضغاطي للتحكم غير مشدود بشكل صحيح (سبب ذلك ارتخاء لولب ضبط الشد في حامل الحاقن)
١٠ ـ صمام مزرق .
١١ ـ تسرب كمية كبيرة من الوقود عند أنبوب التسرب .

ما هي الأسباب الأربعة المحتملة للضغط العالي للحاقن وما هو علاجها ؟

١ ـ تحرك لولب ضبط نابض الانضغاط : أضبط اللولب على الضغط الصحيح .
٢ ـ استعصاء صمام الحاقن ، أو تأكله : استبدل صمام الحاقن وجسم الحاقن .
٣ ـ استعصاء صمام الحاقن بسبب الأوساخ : نظف الحاقن .
٤ ـ انسداد فتحات الحاقن بالأوساخ : نظف الحاقن .

ما هما السببان الأكثر احتمالاً لانخفاض ضغط الحاقن وما هو علاجها ؟

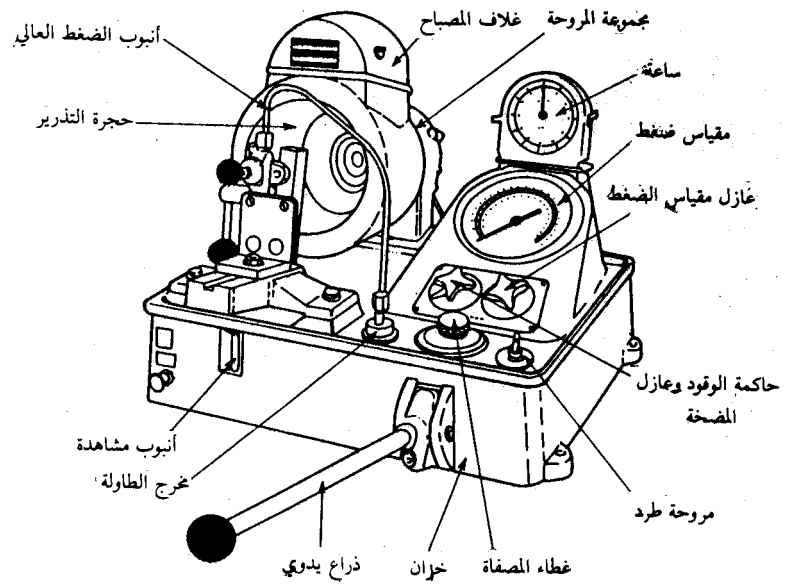
١ ـ ارتخاء لولب ضبط النابض الانضغاطي : أضبط اللولب على الضغط الصحيح .
٢ ـ انكسار نابض الحاقن : استبدل النابض وكرر ضبط الضغط .

ما الذي يمكن أن يسبب تشوه شكل الرذاذ ؟

تراكم الفحم بشكل كبير على رأس الحاقن أو انسداد بعض فتحات الحاقن أو تعطل صمام الحاقن . إذا كان في الحاقن ترسب فحمي فيجب أن ينظف ، أما إذا كان سبب التشوه هو عطل أصاب صمام الحاقن أو جسمه فيجب تغيير الصمام والجسم .

ما الذي يؤدي إلى تنقيط الوقود من الحاقن بشكل قطرات ؟

وجود ترسب فحمي أو استعصاء صمام الحاقن يؤدي إلى حدوث تسرب في الحاقن . والعلاج يكمن في تنظيف صمام الحاقن ، فإذا بقي العطل بعد التنظيف فيجب تبديل جسم الحاقن والصمام .



الشكل (٤٣)

مقياس هارترج لاختبار الحواقن .

ما هو سبب عدم صدور صوت أزيز من صمام الحاقن أثناء عملية الحقن ؟

يمكن أن ينتج ذلك بسبب شدة أحكام صمام الحاقن ، أو وجود تسرب في مقعد الصمام ، أو بسبب تشوه صامولة غطاء الحاقن . يكمن العلاج في تنظيف الحاقن وفحص الصامولة ، وعند الضرورة تبديل الحاقن والصمام والصامولة .

ما هو الغرض من مسمار التحسس المركب على بعض حوامل الحواقن ؟

يؤمن مسمار التحسس وسيلة للتأكد فيما إذا كان النابض الانضغاطي في حامل الحاقن مكسوراً أو إذا كان صمام الحاقن مستعصياً في دليله وذلك بدون نزع كامل مجموعة الحاقن عن المحرك .

إذا وضع أصبع على مسمار التحسس أثناء دوران المحرك ، فإن المسمار يعطي وخزات حادة أو حركات نبضية . في حال عدم وجود حركة أو وجود حركة ضعيفة فقط ، يدل ذلك على انكسار النابض أو استعصاء الصمام .

ما الذي يمكن أن يسبب زرقة الحاقن ؟

تنتج زرقة الحاقن عن التركيب غير الصحيح أو الشد غير الصحيح أو التبريد السيء . ويجب تبديل جسم الحاقن والصمام وفحص مجموعة التبريد .

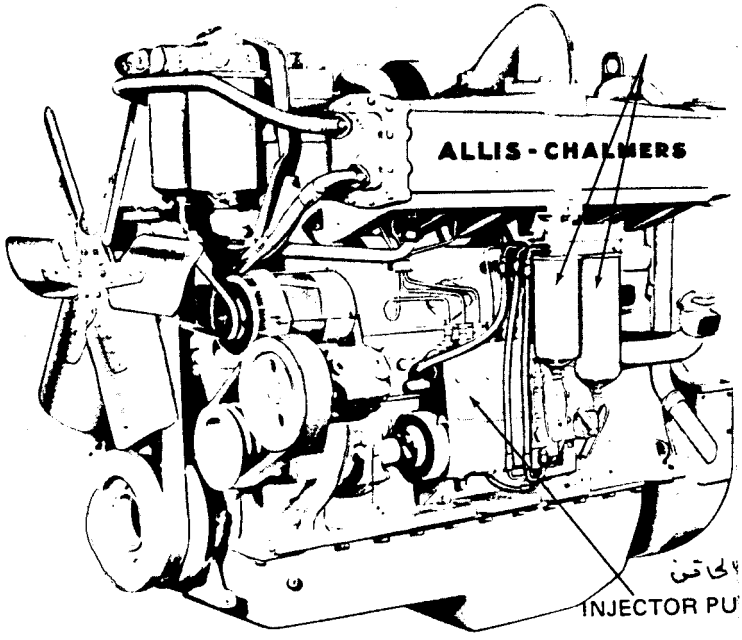
ما هي الاسباب المحتملة للتسرب الزائد للوقود عند وصلة التسرب وما هو علاجها ؟

١ ـ ارتخاء صمام الحاقن : يستبدل جسم الحاقن وصمامه .

٢ ـ صامولة غطاء الحاقن غير محكمة : تشد الصامولة .

٣ ـ وجود مادة غريبة بين وجوه التماس للحاقن وماسك الحاقن : تنظف سطوح التماس .

●


ALLIS - CHALMERS
INJECTOR PU

٦ ـ مصافي الوقود

ما هي أنواع المواد المستخدمة في المصافي الرئيسية للوقود ؟

إن المواد الأكثر شيوعاً استخدامها في مصافي الوقود هي الشبك السلكي والقماش القطني واللباد والانواع الخاصة من الورق المشرب .

يحجز الشبك السلكي فقط الجزيئات الكبيرة ، ولكنه عديم الفائدة بالنسبة للجزيئات من قياس أقل من ٤٠ مكرون ، أما القماش القطني فقد استخدم بشكل اوسع ، الا انه يحجز فقط الجزيئات الاكبر من ٢٥ مكرون . اما اللباد فهو اكثر فعالية ويحجز الجزيئات الاكبر من ١٧ مكرون .

وقد اظهر الورق المعالج بشكل خاص بعد تجارب مكثفة عليه انه الاكثر فعالية وهو يحتجز جزيئات أصغر بكثير مما يحتجزه اللباد أو القماش القطني . لذلك شاع الان استخدام الورق المعالج بشكل خاص .

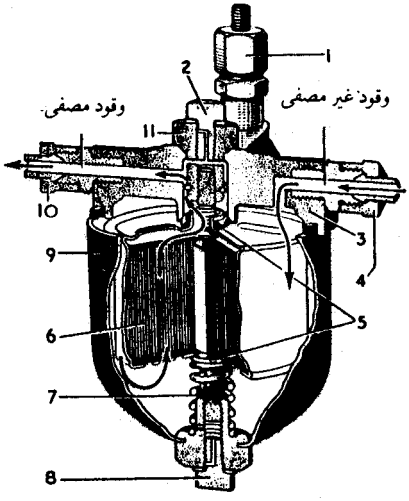
كيف تكون بنية مصفاة الوقود المصنعة من مادة ورقية ؟

يبين(الشكل ٤٤)مصفاة من صنع شركة C A V تستخدم فيها شرائط من ورق تصفية خاص ، تلف حلزونياً بشكل V . بالاضافة الى تأمين وسط تصفية أفضل ، فان المادة الورقية تعطي مساحة فعالة اكبر بعدة مرات من الانواع الاخرى .

تكون المصفاة من النوع ذي الجريان المستعرض . يدخل الوقود المصفاة عبر الوصلة (٤) ويمر الى الاسفل خارج وعاء مادة التصفية ، ثم صعوداً عبر مادة التصفية فخروجاً عن طريق وصلة الخروج (١٠) يطرح الوقود المتسخ من الجانب

النظيف لمادة التصفية بواسطة موانع تسرب الوقود (٥) الموجودة في اعلى واسفل قلب عنصر التصفية يتم المحافظة على سدودية الموانع بفعل ضغط النابض (٧) .

يجب استبدال عناصر التصفية الورقية عند انسدادها لأنه تنظيفها غير عملي .



١ ـ صمام تنفيس بالثقالة
٢ ـ سدادة تنفيس الهواء
٣ ـ غطاء
٤ ـ وصلة دخول الوقود
٥ ـ موانع تسرب الوقود
٦ ـ عنصر تصفية ورقي .
٧ ـ نابض انضغاطي
٨ ـ سدادة تفريغ
٩ ـ سوية المصفاة
١٠ ـ وصلة الخروج
١١ ـ صمولة .

الشكل (٤٤)

مقطع في مصفاة الوقود الورقية طراز F صنع CAV

كيف يجدد عنصر التصفية للمصفاة الورقية الرئيسية للوقود ؟

إن مصافي الوقود الورقية غير معدة للتنظيف ، ويجب التخلص من العنصر الورقي عند اتساخه أو حسب تعليمات الصانع . ولتجديد العنصر الورقي لمصفاة الوقود يتم اولاً نزع طبقة الاوساخ من غلاف المصفاة وغطائها ثم ينفذ ما يلي :

مصفاة C A V طراز F ؛ يفرغ غلاف المصفاة بفك سدادة التصريف (٨) (الشكل ٤٤) وحل سدادة طرد الهواء (٢) . يعاد شد سدادة التصريف بعد تصريف الوقود . تفك الصمولة (١١) وينزع غطاء المصفاة ثم يطرح عنصر التصفية الورقي .

ينظف غلاف المصفاة بالبارافين أو بالبنزين ويجفف بالهواء المضغوط اذا كان متوفراً .

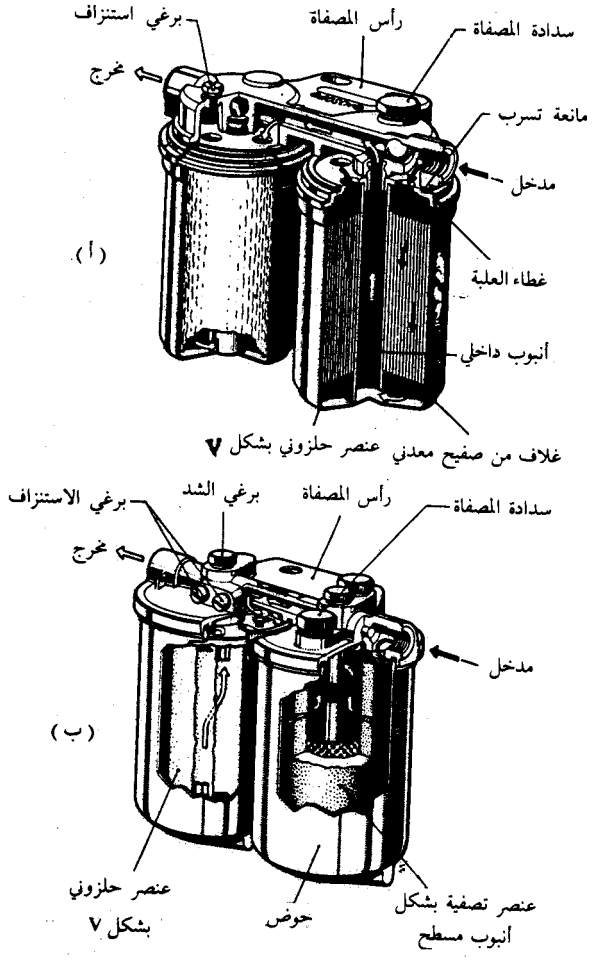
تفحص حالة حلقة الاحكام السفلية (٥) ، وكذلك حالة مانعة التسرب المركبة بين غلاف المصفاة وغطائها ، وتجدد حسب الحاجة .

توضع حلقة احكام (٥) جديدة علوية (حيث تُزود مع ورقة التصفية الجديدة) في مكانها ، ويركب عنصر التصفية الورقي في مكانه أيضاً ، ويعاد وضع الغطاء وتشد الصامولة ويطرد الهواء من المصفاة .

متى تستخدم مصافي الوقود التمهيدية ؟

في الظروف التي يمكن ان يتعرض فيها الوقود للتلوث بشكل سيء من المفضل اضافة مصافي تمهيدية . من أجل هذا الغرض تستخدم المصافي ذات عناصر التصفية القماشية أو اللبادية أو القماشية واللبادية معاً كما تستخدم المصافي التمهيدية ذات المصائد المائية المجهزة بعنصر خشن نسبياً .

وحيثما استعملت المصافي التمهيدية فانها توضع عادة في خط الوقود بين خزان الوقود ومضخة التغذية بالوقود .



الشكل (٤٥)

مصفاة وقود صنع بوش

(أ)- مصفاة من علبة ثنائية المراحل

(ب)- مصفاة ثنائية المرحل ذات عنصر تصفية قابل للتبديل .

كيف تنظف مصفاة الوقود التمهيدية ذات المصيدة المائية والحوض الزجاجي ؟

لتنظيف المصفاة الاولية A C ذات الحوض المبينة في(الشكل٤٦)، تزال اولاً الاوساخ الخارجية من الحوض . ثم ترخى صامولة النزح وينزع الحوض ومانعة التسرب والشبكة السلكية . تنظف هذه الاجزاء بالبرافين أو بالوقود نفسه ثم تجفف .

تفحص الشبكة السلكية ومانعة التسرب من حيث اصابتها بأضرار ، ويفحص الحوض الزجاجي بحثاً عن أي تشققات وتجدد القطع التي تحتاج الى تبديل .

يعاد تركيب الشبكة السلكية ومانعة التسرب وتشد صامولة النزح ، ثم يطرد الهواء من مجموعة التغذية بالوقود .

ما هي اسباب وجود الماء في الوقود وما هي نتائجه ؟

الماء مثل الاوساخ يمكن ان يوجد في وقود الديزل نتيجة التخزين السيء أو التكاثف في خزانات الوقود والاهمال وعدم الاهتمام خلال التداول .

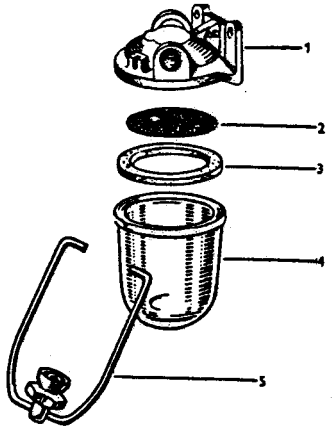
تأثير الماء في الوقود ضار جداً مثل تأثير الاوساخ ، يسبب الاهتراء السريع والتآكل مع احتمال احداث استعصاء . ولذا فمن الاهمية بمكان ان تتخذ الاجراءات لمنع وصول الماء الى مضخة الوقود .

ما هي اشكال مصافي الماء التي يمكن تركيبها ؟

توجد عدة اشكال من مصائد الماء تركب على خط الوقود من خزان الوقود الى المضخة ، تصنع شركة C A V موقف الماء وجهاز التجميع FAS. يستخدم

موقف الماء لايقاف المحرك اذا وصل محتوى الماء في علبة المصفاة الى سوية حرجة ، اي قبل ان يصل الماء الى مضخة حقن الوقود .

يمكن استنزاف الماء من المصفاة ذات مصيدة الماء دون الحاجة إلى فكها .



١ ـ غلاف رأس المصفاة
٢ ـ شبكة سلكية
٣ ـ مانعة تسرب من الفلين
٤ ـ حوض زجاجي .
٥ ـ صمولة تثبيت

يوصل هذا النوع من المصافي الأولية عادة في خط الوقود بين الخزان ومضخة التغذية وعمله الرئيسي منع قطرات الماء من البقاء في الوقود لمنع التآكل في تجهيزات حقن الوقود يمكن نزع الحوض ومانعة التسرب والشبكة السلكية وتنظيفها مين الرواسب وذلك بعد إرخاء صمولة التثبيت .

الشكل (٤٦)

مصفاة وقود ذات مصيدة ماء نوع AC

كيف يعمل موقف الماء ؟

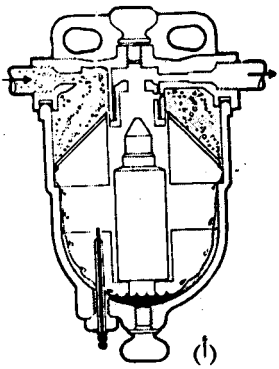
يبين (الشكل٤٧) ثلاثة مراحل من عمل موقف الماء :

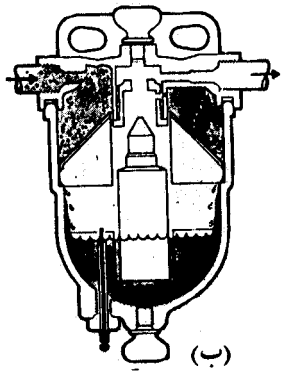
أ ـ يبين مخروط الترسيب يزيح الماء المتدفق عبر الوحدة من اليسار الى اليمين . يبدأ الماء وبعض الترسبات الصلبة بالتجمع في قعر الحوض .

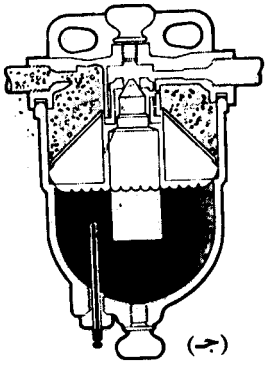
ب ـ تجمعت كمية كبيرة من الماء بحيث تكفي لتشغيل مسبر كهربائي من اجل اعطاء انذار لعامل التشغيل كي يقوم باخراج الماء المتجمع من الحوض .

ج - يبين ما يمكن ان يحدث اذا استمر تجمع الماء ولم يطرد من الحوض . ترتفع فواشة في الحوض مع الماء - وزنها النوعي اقل من الوزن النوعي للماء ولكنه اكبر من الوزن النوعي للوقود - حتى تلامس مقعد صمام في مخرج الوقود ، فينقطع تدفق الوقود ويمتنع وصول الماء وحصول الضرر في تجهيزات حقن الوقود .

يجب تركيب جهاز الترسيب أو موقف الماء أقرب ما يمكن لخزان الوقود ولكن في جميع الأحوال قبل مضخة التغذية بالوقود .







الشكل (٤٧)

موقف الماء صنع شركة CAV

ما هو جهاز التجميع ؟

تؤمن هذه الأجهزة تصفية فعالة للوقود مع فصل للماء . يجب أن يركب جهاز التجميع قريباً من مضخة حقن الوقود ما امكن ، ولكن ليس على المحرك .

ما الذي يحددنوع المصفاة المستخدمة ؟

ظروف التشغيل العامة ومستوى التلوث للوقود . مثلاً في التجهيزات الزراعية او المستخدمة في اعمال البناء حيث تكون ظروف العمل غير مثالية يفضل أن يركب كل من جهاز الترسيب/موقف الماء وجهاز التجميع . قد تحتاج سيارات النقل ووحدات التوليد لجهاز تجميع فقط ومصفاة نظامية فقط .

ما الذي يقصد بتنفيس مجموعة الوقود ؟

من الضروري تنفيس أو استنزاف مجموعة الوقود سواء أكان جريان الوقود جافاً أو فيما اذا كانت خطوط أنابيب الوقود قد فصلت . كما أن التنفيس ضروري في حالات تنظيف المصفاة أو تجديدها أو عند اصلاح مجموعة الوقود ، وذلك لضمان ازالة الهواء من المجموعة قبل بدء تشغيل المحرك .

ما هو اجراء التنفيس في مضخات الحقن الموقوتة على شكل خط مستقيم ؟

عندما يصبح استنزاف مجموعة الوقود ضرورياً تأكد اولاً من وجود كمية كافية من الوقود في الخزان ثم نفذ الخطوات التالية :

يتم اولاً اجراء الاستنزاف عند سدادات التهوية الموجودة في مجموعة الوقود . ترخى السدادة ويشغل ذراع الضخ اليدوي لمضخة الوقود حتى يخرج وقودها خال من الفقاعات الهوائية من فتحة التهوية . تشد سدادة التهوية مع استمرار خروج الوقود من الفتحة .

بعد ذلك يتم استنـزاف مضخة حقن الوقود بارخاء السدادات الموجودة على المضخة ثم يشغل ذراع الضخ اليدوي على مضخة الوقود حتى يخرج وقودها خال من الفقاعات الهوائية من الفتحة . تشد السدادات مع استمرار ظهور الوقود .

بعد ذلك تستنزف أنابيب الضغط العالي على التوالي والمحرك يدور بسرعة عدم التحميل . يُرخى برغي التهوية (اذا كان موجوداً) في حامل الفوهة ، أو صمولة التجميع عند طرف حامل الفوهة للانابيب بشكل كاف لخروج الوقود . أعد شد البرغي أو صامولة التجميع فور خروج الوقود بحرية خالياً من الفقاعات الهوائية .

من المهم ايضاً تنفيس مجموعة الحاكمة الهيدروليكية . ولطرد الهواء من الدارة يجب تشغيل ذراع الضخ اليدوي على مضخة التغذية بالوقود بعد ارخاء سدادتي التهوية الموجودتين في اعلى غلاف الحاكمة . (انظر الشكل ٣٧) .

٧ ـ التطورات المتعلقة بحماية البيئة .

ما هي التغيرات الرئيسية التي طرأت مؤخراً على محرك الديزل ؟

من بين التغييرات الكثيرة ما يلي :

١ ـ استخدام محركات الديزل في السيارات .

٢ ـ انخفاض الدخان والضجيج والغازات .

٣ ـ زيادة استطاعات الخرج باستخدام المشحنات العنفية .

هل يختلف محرك ديزل السيارات عن محركات الديزل المستخدمة في الشاحنات ؟

بما ان اداء محرك الديزل اقل من أداء المحرك البنزيني ، فانه لا يجب ان يكون ثقيلاً جداً عند تركيبه على السيارات كما لا يجب ان يكون غالياً . لذلك فإن محرك ديزل السيارات يشبه في تصميمه محرك السيارات البنزيني من حيث تجنب الوزن الزائد وتكاليف الانتاج المرتفعة . على عكس محركات ديزل الشاحنات التي تكون مصممة لعمر طويل واستخدام صعب فأنها أثقل من مثيلاتها من المحركات البنزينية ولكن عموماً يكون عمرها اطول .

هل توجد أية فروقات تقنية ؟

إن الفارق التقني الرئيسي ما بين محركات ديزل السيارات والعربات التجارية يمكن في الحاكمة ، ففي حالة محرك السيارة يجب أن تكون خواص الحاكمة اقرب إلى خواص حاكمة المحرك البنزيني من خواص حاكمة محرك الشاحنة . لذلك فإن اغلاق تغذية الوقود عند السرعة الأعظمية المقدرة يكون اكثر تدرجاً . ومن الطبيعي ان جميع محركات الديزل في السيارات من النوع ذي الحقن غير المباشر .

ما الذي تم عمله لتخفيض الدخان والضجيج ؟

ادخلت تغييرات كثيرة لتخفيض كل من الدخان والضجيج . فقد تم اولاً تخفيض تسامحات التشغيل الى حد كبير بحيث يمكن ضبط نسبة الانضغاط بشكل ضيق جداً .

هل ادخلت تغييرات رئيسية لتخفيض الغازات ؟

بشكل عام يمكن تخفيض الغازات بشكل كاف بادخال بعض التغييرات على مجموعتي السحب والعادم وبالتوقيت المؤخر للحقن .

هل يؤثر التوقيت المؤخر بأي شيء آخر ؟

نعم فهو يخفض مستوى الضجيج ولكنه يمكن أن يضعف استطاعة الخرج ويفسد استهلاك الوقود ، ولكن إذا حقن الوقود بضغوط أعلى مما في السابق بحيث يكتمل الحقن بسرعة اكبر ، عند ذلك لن ينشأ ضياع في الأداء . ولهذا السبب يوجد حالياً اتجاه نحو استخدام ضغوط حقن اعلى وفترات حقن أقصر .

كيف يمكن ايضاً تخفيض مستوى ضجيج المحرك ؟

الى جانب تخفيض الاحتراق ، فان اهم وسائل تخفيض الضجيج هي :

- تخفيض مطال الضجيج .
- اضافة واقيات لمنع انتقال الضجيج .

ما هي الاساليب الدارجة الاستخدام ؟

أولاً تم التوصل الى بعض الانخفاض في ضجيج الاحتراق بتأخير الحقن

وبواسطة التشحين الذي يجعل الاحتراق انعم وبالتالي أهدأ .

ثانياً لمعظم المحركات بعض اشكال الواقيات ، رغم انه من الممكن ربطها بهيكل العربة . تستخدم ايضاً اغطية متأرجحة خاصة تقوم بتخميد الاهتزازات في معظم المحركات الضخمة لتخفيض الضجيج نفس المعالجة تطبق على اغطية التوقيت والمجمعات في بعض الحالات لتخفيض الضجيج بالاضافة الى ذلك للعديد من المحركات الآن كتل اسطوانات متينة تهتز بشكل أقل وبالتالي تولد ضجيجاً أقل .

ما هي الطرق الاخرى المحتمل استخدامها في المستقبل ؟

من الطرق المشجعة استخدام مكابس ذات خلوصات أصغر من تجاويف الاسطوانات . ولضمان نجاح هذه الطريقة يجب استخدام مكابس يتم التحكم بها حرارياً ومن المحتمل أن تكون ذات لقم فولاذية ، وحالياً تجري دراسات على تطوير هذا النوع من المكابس .

كبديل يمكن استخدام مكابس من الحديد الصب ذات جدار رقيق جداً ، ويجب ان لا يكون وزنها اثقل من مكابس الالمنيوم ، وتمتاز بمقاومة اكبر للحمولات الحرارية ، ولذا فمن الممكن استخدامها في المحركات المشحنة عنفياً ذات الاستطاعات العالية .

ما هي التغيرات التي اجريت للمشحنات العنفية ؟

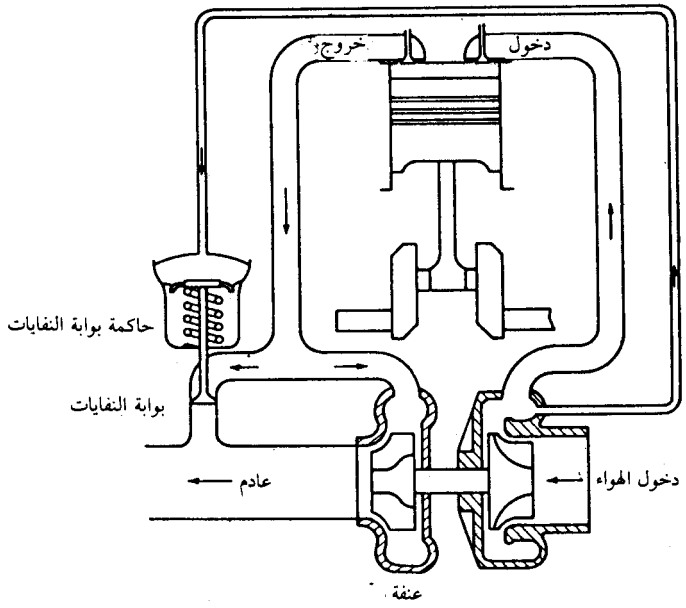
بالنسبة للمحركات الكبيرة هناك ميل لاستخدام ضغوط تشحين اعلى بحيث يمكن ان يعمل المحرك بسرعات اقل ولكنه يعطي استطاعة اكبر . استخدمت نسب انضغاط اخفض لمنع زيادة الاجهادات كثيراً والنتيجة هي تحسين نسبة الاستطاعة/الوزن للعربة . مثلاً للحصول على استطاعة قدرها

٢٠٠ كيلو وات يلزم محرك بسعة ١٣ ليتر اذا كان له امتصاص طبيعي ، في حين يلزم محرك سعته ١٠ ليترات في حالة وجود تشحين ، ولكن مع ارتفاع معدل التشحين يمكن ان يكفي محرك سعته ٧,٥ ليترات لأعطاء نفس الاستطاعة ، ومثل هذا المحرك يزن ٧٠٠ كلغ بالمقارنة مع ١١٠٠كلغ وزن محرك سعته ١٣ ليتر .

ما هي التطورات الاخرى التي ادخلت على المشحنات العنفية ؟

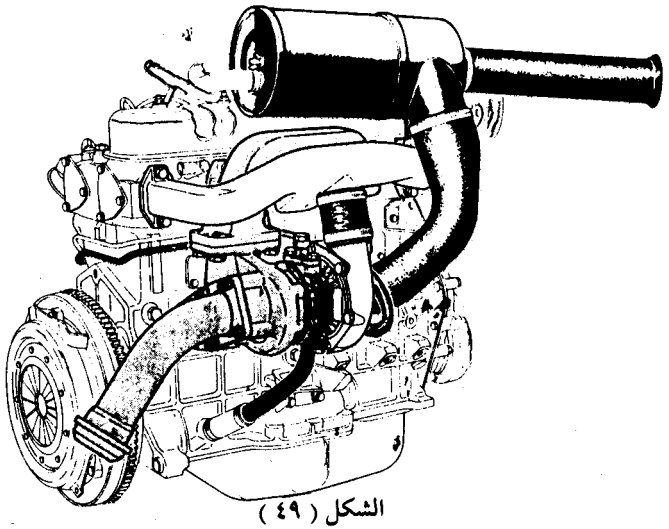
تمت اضافة تنقية هامة للمشحنات العنفية تدعى بوابة النفايات (الشكلين ٤٨ و ٤٩) . وهذه عبارة عن صمام تفريغ موجود في المشحن العنفي (أو كوحدة منفصلة) يسمح لبعض الغاز بالمرور خارج المشحن . يأخذ هذا الصمام عادة شكل صمام قفاز ، ويركب في التصاميم الاحدث على الجدار الجانبي لممر الدخول إلى العنفة . يركب على ساق الصمام حجاب ضمن حجرة يتصل بخرطوم مع مجمع الامتصاص . ولذا عندما يصل الضغط في مجمع الامتصاص الى قيمة محددة مسبقاً فإنه يطبق قوة كافية على الحجاب لفتح صمام بوابة الفضلات . وكنتيجة تمر بعض الغازات خارج العنفة ويبقى ضغط مجمع الامتصاص ثابتاً (ضغط التعزيز) .

في هذه المجموعة من الممكن استخدام مشحن عنفي اصغر لتوليد ضغط تعزيز بسرعة اكبر بكثير عند سرعات أخفض ، وكنتيجة يزداد العزم الاعظمي عن الطبيعي بالرغم من أن استطاعة الخرج الكامنة الكلية للمشحن العنفي قد لا تتحقق . عملياً إن الضياع البسيط في استطاعة الخرج النظرية غير هام في حين ان التعزيز الزائد عند السرعات المنخفضة هو ميزة حاسمة .



الشكل (٤٨)

مشحن عنفي وبوابة النفايات



الشكل (٤٩)

يمكن تركيب بوابة النفايات في غلاف المشحن العنفي للسماح للغاز بالمرور خارج العنفة عند وصول الضغط في مجمع الامتصاص إلى قيمة معنية .

٨ ـ التجهيزات المساعدة

ما هي التجهيزات المساعدة المركبة عادة على محرك ديزل ؟

تعتمد التجهيزات المساعدة على طبيعة الاستخدام . الا ان جميع المحركات لها مضخات زيت وماء رغم انها لا تعد تجهيزات مساعدة . تكون مضخة الزيت التي تضخ الزيت الى السطوح الحرجة (مثل المضاجع وجدران الاسطوانة) مبيتة ضمن المحرك وتعتبر اساسية . أما مضخة الماء فلا تعتبر أساسية لأن المحرك يمكن تبريده بواسطة فعل السيفون الحراري ، ولكن من أجل مردود أعظمي يحتاج المحرك الى مضخة لتدوير الماء تدويراً قسرياً (تحت ضغط) . وعلى الرغم من انها مركبة بواسطة براغي على رأس أو وجه كتلة الاسطوانات ، فانها يمكن أن تكون موجودة ضمن المحرك بحيث تلائم الممرات وبالتالي فهي جزء متكامل من المحرك . لذلك فإن التجهيزات المساعدة الرئيسية في السيارات في محرك المقلع والمنوبة ومضخة التوجيه الآلية والضاغط .

ما هي انواع محركات الاقلاع المستخدمة في محركات الديزل الحديثة ؟

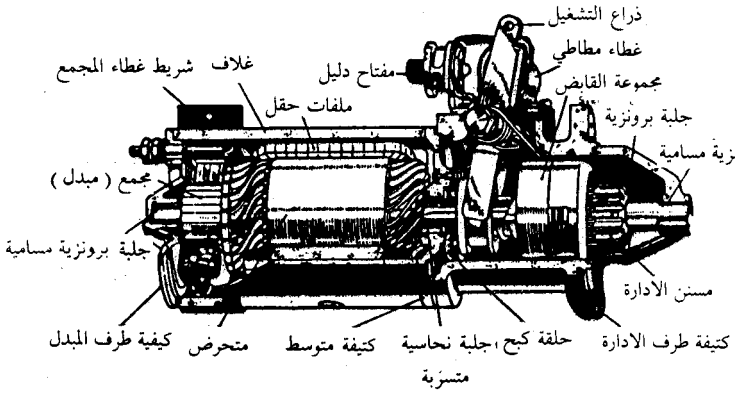
إن المحركات الكهربائية هي الاكثر انتشاراً ، بالرغم من أن لبعض المحركات الصناعية محركاً نابضياً حيث يقوم عامل التشغيل بلف نابض . وتتحرر طاقة هذا النابض فيما بعد لتدوير عمود دوران وتدير العمود المرفقي للمحرك .

عادة يكون المحرك الكهربائي من النوع ذي التيار المستمر وله مسنن ادارة صغير مركب على عمود دوران المتحرض . ويمكن تحريك هذا المسنن بحيث يتعشق مع مسنن حلقي موجود حول محيط حدافة المحرك .

ما هي انواع محركات الاقلاع الكهربائية المستخدمة في محركات الديزل ؟

يستخدم نوعان : المقلع ذو ادارة « بنديكس » والمقلع ذو التعشيق المسبق .

في مجموعة ادارة بنـديكس يكون المسنن الصغـير محمول عـلى حلزون على عمـود دوران المتحرض ويبقى خـارج وضعية التعشيق بـواسطة نـابض خفيف . وعندما يدور محرك الاقلاع الكهربـائي تُحرك العـطالة المسنن الصغـير على طـول الحلزون بحيث يتعشق مع المسنن الحلقي . وعلى الـرغم من أن هذه المجمـوعة تناسب المحركات الصغيرة فانها معرضة لانفصال التعشيق فور اشتعال المحرك ، حتى ولو انطفأ المحرك فوراً . لذلك فإنها لا تناسب حالات الاقـلاع في الظروف الصعبة أو في الاجواء الباردة . لهذا السبب يستعمل المقلع من النوع ذي التعشيق المسبق (الشكل ٥٠) في جميع محركات الديزل .



الشكل (٥٠)

محرك إقلاع كهربائي مسبق التعشيق طراز M 456
صنع لوكاس مع مسنن إدارة يعمل يدوياً

ما هو المقلع المسبق التعشيق ؟

في المقلع المسبق التعشيق توجد مرحلتان للتشغيل . في المرحلة الأولى يقوم ملف لولبي كهربائي بتحريك المسنن الصغير كي يتعشق مع المسنن الحلقي . في المرحلة الثانية يدور المسنن الصغير ولكن فقط عندما يكون متعشقاً ـ بخلاف طراز بنديكس الذي يدور فيه المسنن الصغير قبل ان يتعشق مع المسنن الحلقي . يمكن ان يكون الملف اللولبي الكهربائي وحدة منفصلة مركبة على محرك الاقلاع الكهربائي ، وفي هذه الحالة يقوم بتشغيل المسنن الصغير عن طريق شوكة ، أو يمكن تركيب الملف اللولبي الكهربائي بشكل متكامل مع المقلع ، وفي هذه الحالة يمكن ان يركب بشكل متمحور مع عمود دوران المتحرض . يمتاز الطراز ذو الملف اللولبي الكهربائي المنفصل أنه في حالة استعصاء المسنن الصغير في المسنن الحلقي ، فإنه من الممكن تحريره يدوياً . كما يمكن تبديل الملف اللولبي الكهربائي بآخر جديد بكل سهولة عند الضرورة .

هل توجد مساعدات اقلاع لازمة لمحركات الديزل ؟

نعم تلزم مساعدات الاقلاع في المحركات ذات الحقن المباشر والحقن غير المباشر من اجل المساعدة في اقلاع المحرك في الطقس البارد . يمكن ان لا يتذرر الوقود بشكل جيد ، كما يمكن في المحركات ذات الاحتراق غير المباشر الدوامي ، أو ذات الحجرات المسبقة ان لا يتم التوصل الى درجة حرارة الاشتعال التلقائي .

ما هي انواع مساعدات الاقلاع المستخدمة ؟

تستخدم في المحركات ذات الحقن غير المباشر شمعات توهج تركب بواسطة شرار ضمن رأس الاسطوانة بحيث تبرز مقدمتها في الحجرة المسبقة . عند توصيل الاشعال يسري تيار كهربائي الى الشمعة (التي تسخن عادة الى ٨٠٠مْ وحتى

درجة اعلى في بعض التصاميم الحديثة) . وبالتالي بعد ٢٠ ثانية من الممكن اقلاع المحرك حتى ولو كانت درجة حرارة الوسط المحيط - ٢٠مْ . وعند درجات الحرارة الاعلى يكون التأخير أقصر .

ما هي مساعدات الاقلاع المستخدمة في محركات الحقن المباشر ؟

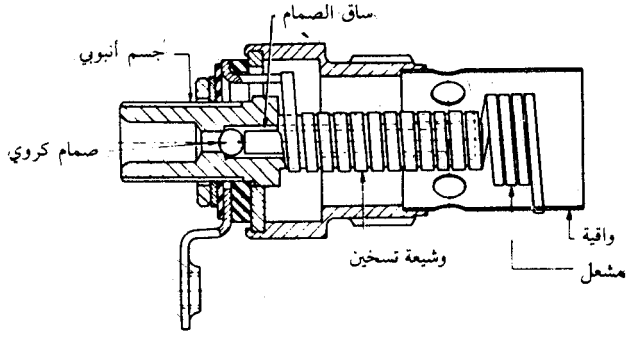
تقلع محركات الديزل ذات الحقن المباشر بشكل افضل من اقلاع محركات الديزل ذات الاقلاع غير المباشر عند درجات الحرارة المنخفضة بحيث لا توجد حاجة غالباً لمساعدات اقلاع . اذا استخدمت نسبة انضغاط منخفضة ، او اذا استخدمت السيارة في اماكن شديدة البرودة ، تلزم طريقة لتسخين الهواء قبل دخوله الى المحرك .

من الامثلة النموذجية على مثل هذه المساعدات المنظم الحراري صنع شركة لوكاس C A V الذي يتألف من حاقن اضافي ومشعل فور الحقن بحيث يسخن الهواء الداخل الى المحرك بشكل كاف لاقلاع المحرك .(انظر الشكلين ٥١ و ٥٢) .

إن ازدياد استخدام التشحين العنفي العالي في محركات الديزل أدى الى استخدام نسب انضغاط أخفض (أقل من ١٤,٥ : ١) . لذلك أصبح استخدام مساعدات الاقلاع في محركات الديزل ذات الحقن المباشر اكثر عمومية .

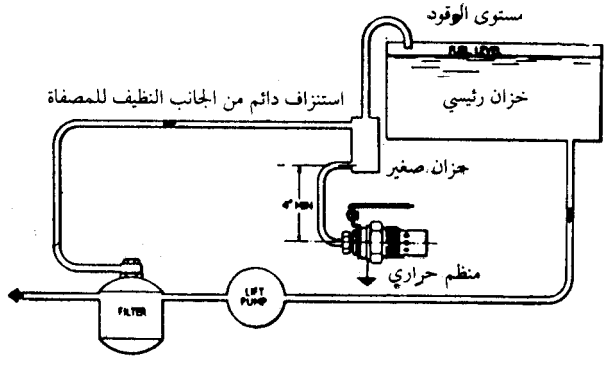
كيف تركب المنوبة على محرك الديزل ؟

عادة يحمل محرك الديزل المنوبة على كتائف من جانب كتلة الاسطوانات وتدار بواسطة سير ناقل بمقطع V . ويكون عادة نفس السير الناقل الذي يدير مضخة الماء والمروحة والمنوبة . لذلك يوجد شريط ضبط ما بين المحرك والمنوبة بحيث يمكن تعيير شد السير الناقل بشكل صحيح ، لأن الشد الصحيح هام



الشكل (٥١)

منظم حراري طراز 537 صنع CAV كمساعد اقلاع للمحرك البارد .



الشكل (٥٢)

مخطط نموذجي لمنظم حراري صنع CAV طراز 537 . كمساعد اقلاع للمحرك البارد

جداً . اذا كان السير الناقل مشدوداً جداً فإن مضاجع المنوبة ستكون محملة بشكل زائد ، وإذا كان السير مرتخياً فإن المنوبة لن تشحن البطارية بشكل كاف خاصة عند السرعات المنخفضة .

تعتمد طريقة الضبط على طبيعة الاستخدام والتطبيق وعلى طول السير ما بين البكرات ، ولكن في المجموعات الصغيرة يجب ان يسمح الشد الصحيح للسير الناقل بانضغاط أطول مسار للسير الناقل بمسافة ١٢ مم بواسطة اليد في منتصف الأطول مسافة هذه بين البكرتين .

في بعض محركات الديزل الكبيرة تدار المنوبة من السلسلة الرئيسية لمسننات التوقيت ، والهدف هو ازالة الحاجة الى سيور ناقلة ذات الموثوقية الاقل من المسننات .

لماذا تستخدم المنوبات ؟

استخدمت مولدات التيار المستمر لمدة سنوات . ولكن الآن تستخدم منوبة التيار المتناوب في جميع المحركات . يلزم مقوم لانتاج التيار المستمر ، ولكن الميزة الكبرى للمنوبة هي انها تولد الكهرباء عند سرعات اقل من مولد التيار المستمر ، كما يمكن ان تعمل بامان عند السرعات الكبيرة . استخدمت في البداية منوبات ذات مقومات منفصلة ولكن الآن يصنع المقوم ومنظم التوتر كوحدة متكاملة .

لماذا تستخدم الضواغط ؟

تحتاج مجموعة الكبح في العربات إلى ضاغط لضغط الهواء الى حوالي ٧٠٠ كيلو نيوتن/م^{٢} . للضواغط الترددية التي استخدمة لعدة سنوات اسطوانة واحدة او اسطوانتين حسب تدفق الهواء اللازم ، وفي بعض الحالات تبرد رؤوس الاسطوانات بالماء . يدار الضاغط بواسطة مسننات التوقيت ويركب غالباً على ترادف مع مضخة حقن الوقود . ولتخفيف الوزن والضجيج والاهتزازات فقد

طورت عدة نماذج من الضواغط ، وقد كان نموذج فانكل WANKEL أفضلها من حيث حجمه الصغير بالمقارنة مع حجم الضاغط الترددي ، كما ان مردوده عال ايضاً .

لماذا تعتبر بعض اضافات الوقود أو المسخنات ضرورية أحياناً في الطقس البارد ؟

تشكل الهيدروكربونات البارافينية في وقود الديزل بلورات شمعية عندما تصل درجة حرارة الوقود الى ـ ٢مْ . وعند حوالي ـ ٩مْ تزداد كمية الشمع بشكل كبير حتى في انواع الوقود الشتوية مما يمنع تدفق الوقود عبر المصفاة . ولذا فان اضافات الوقود أو المسخنات تقلل من تأثير التشمع .

في الحالات الطارئة يمكن استخدام مزيج البنزين والمازون بنسبة ٥٠/٥٠ ، ولكن يجب اجراء المزج الجيد قبل املاء الخزان . إلا أن الاستخدام الطويل لهذا المزيج يمكن أن يضر مضخة الحقن والمحرك معاً . كما أن هذا المزيج اكثر قابلية للاشتعال من البنزين لوحدة .

كيف تعمل الاضافات ؟

معظم الاضافات من النوع المقاوم للتكتل بحيث تمنع تشكل البلورات الشمعية ، ولبعض الاضافات خواص رفع الرقم السيتاني للوقود أو انها تعمل كمستحلب مائي .

بعض الاضافات اكثر ملاءمة للاستخدام في خزانات التجميع من استخدامها في خزانات الوقود للسيارات .

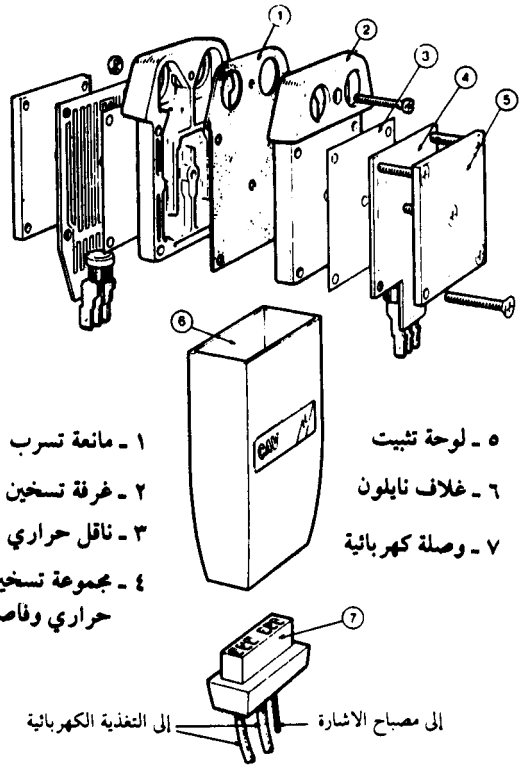
هل بالامكان استخدام مسخنات الوقود في محركات السيارات ؟

نعم . هناك انواع مختلفة بعضها يسحب الحرارة من مجموعة تبريد المحرك او من الوقود العائد من الحواقن . وهذه بالطبع لا يمكن استخدامها الا اذا كان المحرك دافئاً .

ينتشر استخدام مسخنات الوقود الكهربائية التي تعمل بتغذية من تيار مستمر بتوتر ١٢ أو ٢٤ فولت .

بعض المسخنات عبارة عن وشيعة تسخين تركب حول المصفاة ، وبعضها يعتمد طريقة خط تدفق الوقود الى خط آخر يحوي مسخن .

يبين (الشكل٥٣) مسخناً من صنع شركة C A V وهو عبارة عن وحدة صغيرة الحجم يمكن أن تركب على خط الوقود ، ورغم صغرها فانها تولد حرارة كافية (الاستهلاك الاعظمي ٣٠٠ واط) لرفع درجة حرارة الوقود بمقدار ١٠مْ على فرض ان معدل التدفق هو ١٠ غالون/دقيقة .



الشكل (٥٣)

مسخن الوقود صنع شركة لوكاس CAV لمحركات الديزل

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
المقدمة	٣
محتويات فصول الكتاب	٥
١ - (مبادىء التشغيل)	١٥
٢ - (انواع محركات الديزل وتطبيقاتها)	٣٩
٣ - (مضخات حقن الوقود)	٥١
٤ - (الحاكمات)	٦٩
٥ - (حواقن الوقود)	٩٥
٦ - (مصافي الوقود)	١٠٧
٧ - (التطورات المتعلقة بحماية البيئة)	١١٧
٨ - (التجهيزات المساعدة)	١٢٣

E.O.F

Exclusively

First published on the net by :

Zeth_Griffin

June 2009

Zeth_Griffin@yahoo.com

Zeth_Griffin