الباب الثانى

- الأجزاء الرئيسية للجرار.
- أنواع الجرارات.
- المحـــــرك.
- الأجزاء الرئيسية لمحركات الإحتراق الداخلى.
- الأجزاء الثابتة.
- الأجزاء المتحركة.
- الدورات الحرارية الحقيقية.
- حسابات القدرات والكفاءات الخاصة بالمحرك.
- أمثلة محلولة.
- أسئلة وتمارين.

الأجزاء الرئيسية للجرار

الجرار هومصدرالقدرة المحركة الأساسية فى المزارع وتتلخص وظائفه فيما يلى:

- جرأوتشغيل جميع الآلات الزراعية من محاريث وقصابات و عزاقات وآلات البذروالحصاد.....الخ.
- إدارة طلبات الري والصرف وماكينات الإنارة وطواحين الغلال وماكينات تكسيرالكسب...الخ . وذلك بواسطة طارة الإدارة المتصلة بالجرار.

- نقل المحاصيل الزراعية والعمال بواسطة المقطورات Trailers
- جرأودفع آلات تسوية الأراضي – وذلك في أراضى الإستصلاح كالقصابات والبلدوذورات والجاروف والقشاطة ومحراث التمزيق.

ويتكون الجرار من الأجزاء الرئيسية الآتية:-

١-المحرك **Engine.**

٢-أجهزة نقل الحركة **Transpiration Systems**وهى مكونة من:-

أ-القابض أو الدبرياج **Clutch**

ب-صندوق التروس أو تغييرالسرعات **Gear Box**

ج- الجهاز الفرقي **Differential**

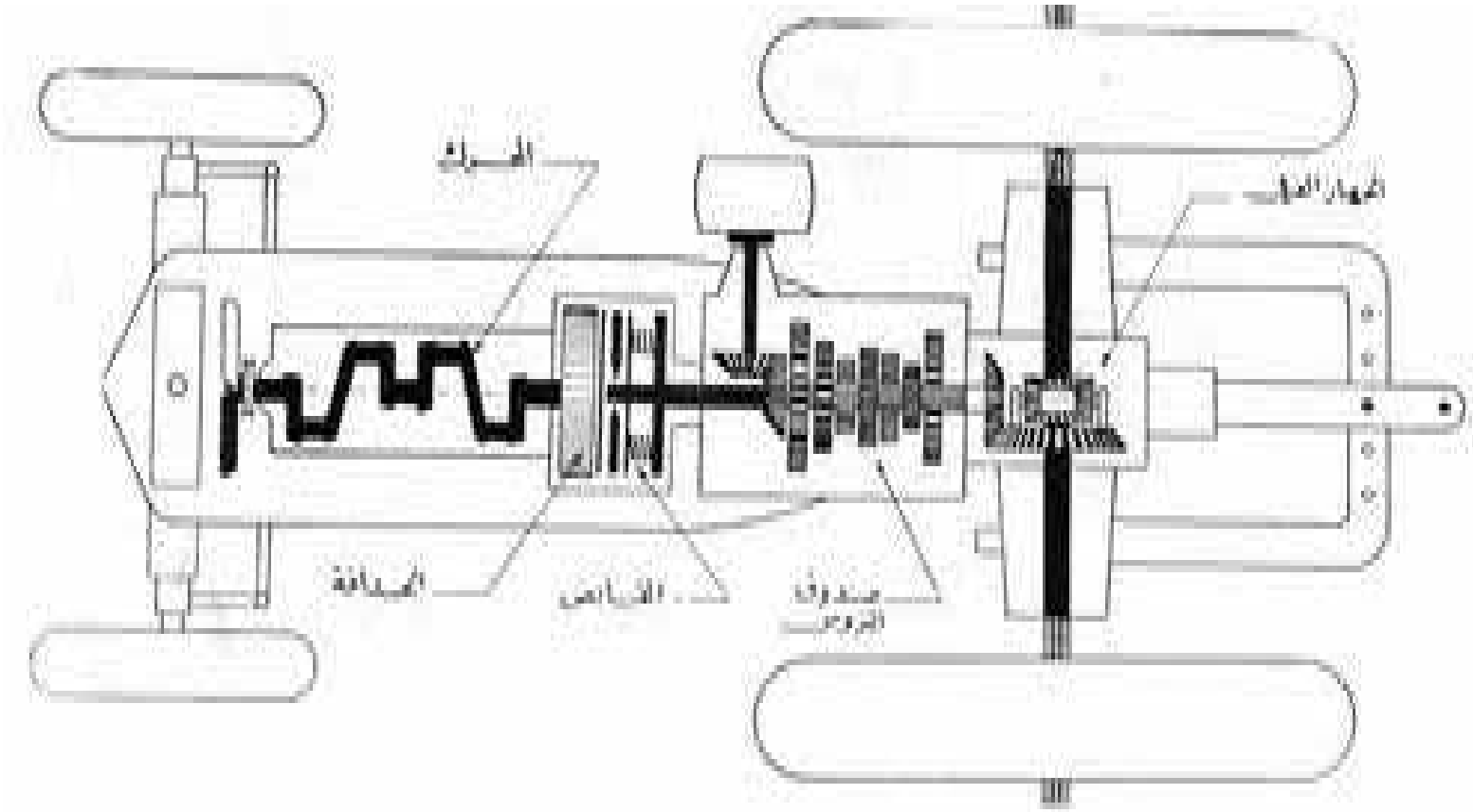
د-أجهزة النقل النهائي **Final Drive**

٣-أجهزة تلامس الجرار مع الأرض.

٤-أجهزة نقل قدرة الجرار إلى الآلات الزراعية.

وتشمل : قضيب الشد أو الجر، طارة الإدارة ،عامود الإدارة الخلفى

ويبين الشكل (١٦) الأجزاء الرئيسية للجرار.



شكل (١٦) الأجزاء الرئيسية للجرار

أنواع الجرارات

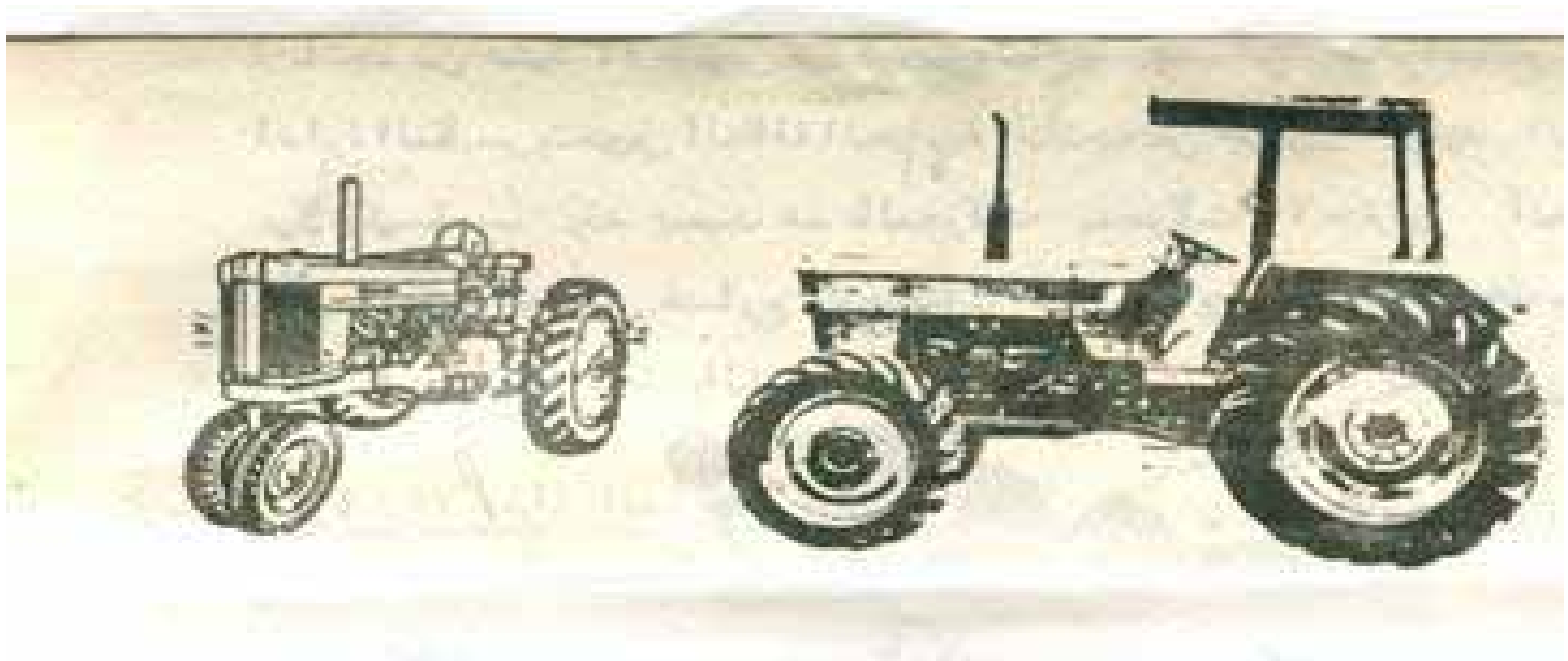
عند بدء استخدام الجرارات فى المجال الزراعى،إستعملت لجر المحاريث فقط ثم تطوراستخدامها فى تأدية مختلف العمليات الزراعية الأخرى، مثل إدارة مضخات الرى وإدارة آلات الدراس والعزيق والزراعة ومحشات البرسيم وآلات الرش والتعفير.

ولسد احتياجات الزراعة المتعددة في مجالات الاستثمارالمتنوعة اتجهت صناعة الجرارات نحوالتخصص فتنوعت تصميمات

الجرارات من حيث الإستخدام في المزرعة تبعا لنوعية الزراعة، ومن حيث الشكل والحجم تبعا لطبيعة العمليات، وأيضا تبعا لنوع المحرك فتوجد محركات الإحتراق الخارجى (البخارى) ومحركات الإحتراق الداخلي الرباعية والثنائية المشاوير أو الإسطوانات والتي تقسم بدورها إلى محركات البنزين (أو الاشتعال بالشرارة) والسولار (أو الاشتعال بالضغط) تبعا لنوع الوقود المستخدم في تشغيلها.

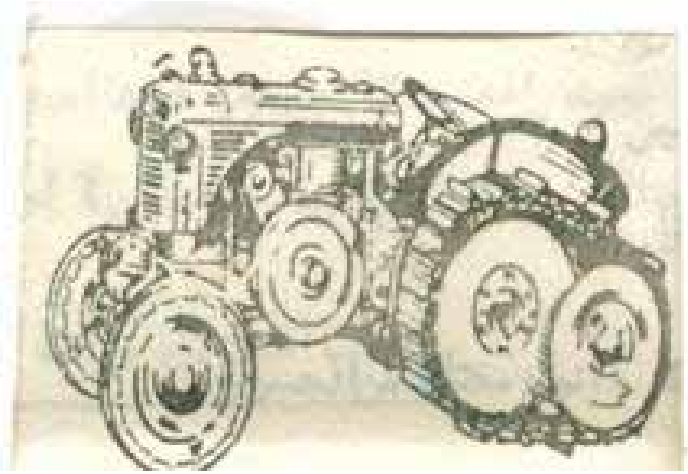
تقسيم الجرارات من حيث نوع الزراعة الحقلية إلى: ١-جرارات الزراعة الحقلية العامة. ٢-جرارات الزراعة في خطوط. ٣-جرارات البساتين ٤-جرارات حقول الخضر	تقسم الجرارات من حيث نوع المحرك إلى: ١-محركات الإحتراق الخارجي أو البخارية ٢-محركات الإحتراق الداخلي وتقسم إلى: أ-محركات رباعية الأشواط ب-محركات ثنائية الأشواط	تقسم الجرارات من حيث نوع الوقود المستخدم أ-جرارات بمحرك بنزين ب-جرارات بمحرك كيروسين ج_جرارات بمحرك ديزل أو سولار.

والشكل (١٧) يوضح بعض أنواع الجرارات الزراعية

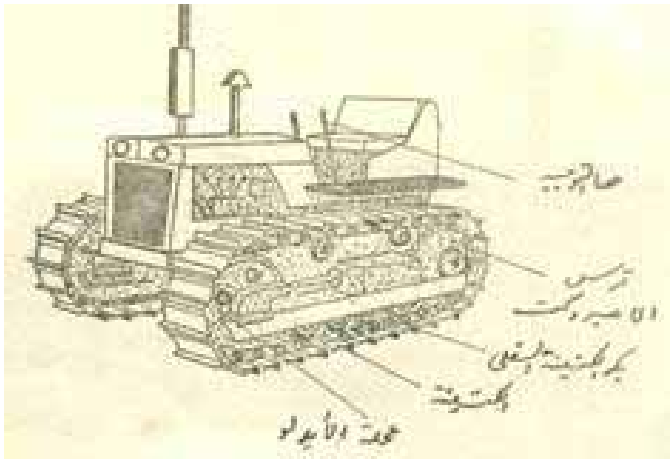


جرارات الزراعة الحقلية العامة

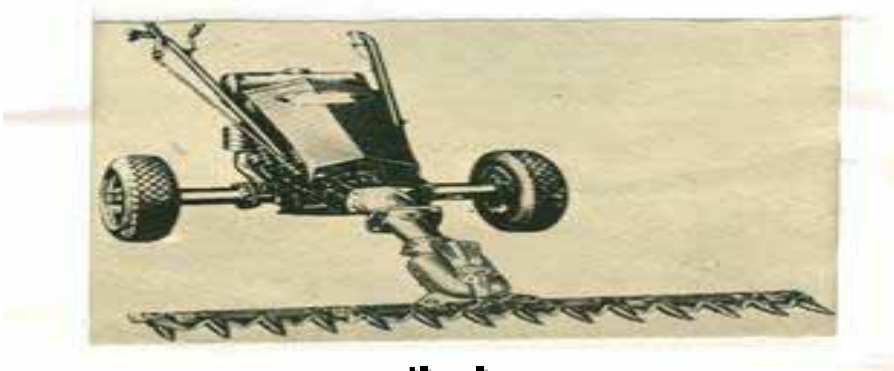
جرار زراعة فى صفوف



جرار نصف كتينة



جرار بكتينة لاستصلاح الأراضي



جرار الخضر

شكل (١٧) بعض الأنواع المختلفة للجرارات

المحرك

المحرك هو مصدرالقدرة ويوضع غالبا في الجزء الأمامي من الجرار. ويقوم بتحويل الطاقة الحرارية الناتجة من احتراق الوقود إلى شغل ميكانيكي نافع. وينتقل هذا الشغل الميكانيكي النافع إلى باقي أجزاء الجرارحتى يصل إلىعجلات الدفع (جرارذوعجلتين خلفيتين للدفع Two wheels drive(2WD) أوأربع عجلات

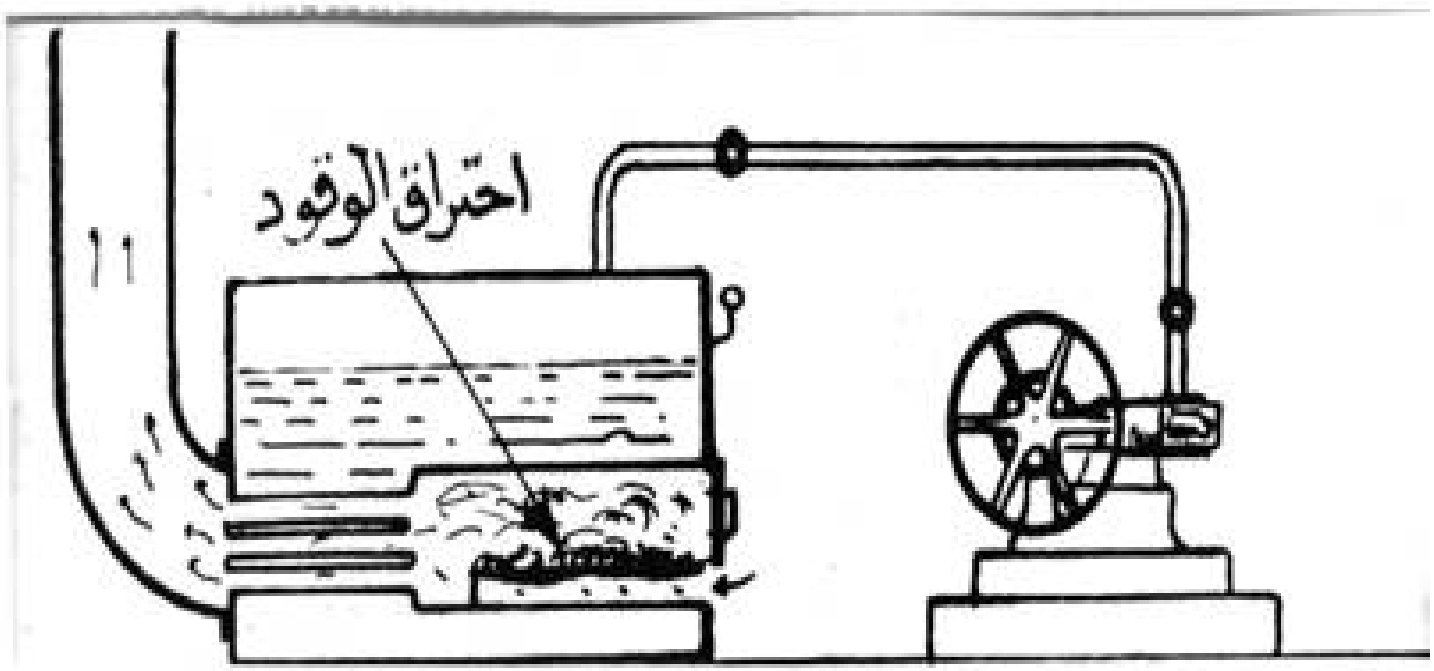
دفع غير متساوية Front wheels assist (FWA) أوأربع عجلات متساوية Four equal wheels (4-EWD). وتقسم المحركات إلى:-

١-محركات بخارية Steam Engine

٢-محركات احتراق داخلي Internal Combustion Engines

١-المحركات البخارية : وتحتاج هذه المحركات إلى غلايات كبيرة حيث يتحول الماء إلى بخار مضغوط وينتقل هذا البخار على داخل إسطوانة المحرك حيث يتحرك المكبس حركة ترددية بفعل ضغطه – وذلك بواسطة الصمامات - أى أنه فى هذه المحركات يحترق الوقود داخل الغلايات وليس داخل الإسطوانات المحرك نفسها.

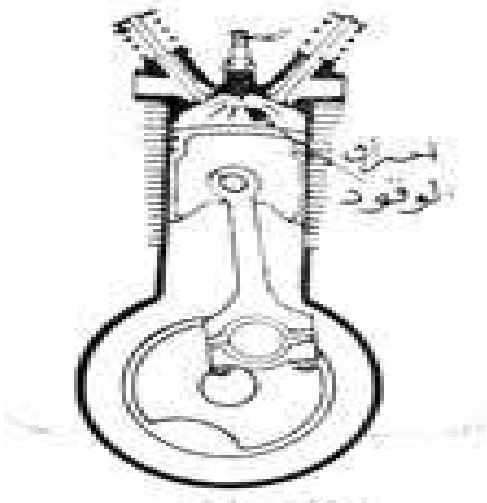
والشكل (١٨) يوضح ذلك.



المحرك البخاري الغلاية

شكل (١٨)المحرك البخاري والغلاية

٢- **محركات الإحتراق الداخلى:** في هذه المحركات يحترق خليط من الهواء والوقود المتبخر داخل إسطوانات المحرك نفسها.ولذا سميت بمحركات الإحتراق الداخلى، كما يتضح من الشكل (١٩).



شكل (١٩) محرك الإحتراق الداخلي

وستقتصر دراستنا هنا على هذا النوع الأخيرمن المحركات إذ أنها هى القدرة المحركة المستعملة حاليا فى إدارة الجرارات الزراعية بمختلف أنواعها.أما الجرارات ذات المحركات البخارية فقد أبطل إستيرادها إلى مصر منذ عام ١٩٤٠ (باسيلى ١٩٥٤).

الأجزاء الرئيسية لمحركات الإحتراق الداخلي

تتكون تلك المحركات عامة شكل (٢٠) من الأجزاء الرئيسية الآتية:

الأجزاء الثابتة وتشمل: الأسطوانة – غطاء الأسطوانة - القميص أو الجلبة - صندوق المرفق.

الأجزاء المتحركة وتشمل: المكبس – ذراع التوصيل – شنابر الضغط والزيت - عامود المرفق أو الكرنك – الحدافة - الصمامات – عامود التاكيهات.

الأجهزة اللازمة لتشغيل المحرك : جهاز الوقود – جهاز تنقية الهواء – جهاز التبريد – جهاز التزييت – جهاز الاشتعال.

أجزاء المحرك ووظائفها

Engine Part and Their Functions

يتكون المحرك من أجزاء ثابتة وأجزاء متحركة .

أولا : الأجزاء الثابتة في المحرك:

١- الأسطوانة Cylinder

وتصنع عادة من الحديد الزهر وهى إسطوانية الشكل من الداخل وحولها جيوب من الخارج لمرورمياه التبريد ويكبس عادة بداخلها إسطوانة أخرى رقيقة تسمى(القميص) حتى إذا ما تآكلت بسبب فعل حركة المكبس يمكن تغيير الاسطوانة الداخلية (القميص أو الجلبة)

بسهولة وبدون تكاليف باهظة بدلامن تغييرأوخرط الأسطوانة نفسها،(شكل٢٢)،وعادة يوجد بالمحرك أكثرمن اسطوانة وتجمع الإسطوانات كلها في جسم واحد حيث يتكون من الحديد الزهر ليسهل الصب والتشكيل - وعادة يكون عدد الإسطوانات من ٤أو٦اسطوانات وتكون محاورها رأسية وهي الشائعة لتخفيف الاهتزازات أو قد تكون أفقية أو مائلة، (شكل ٢٢) .

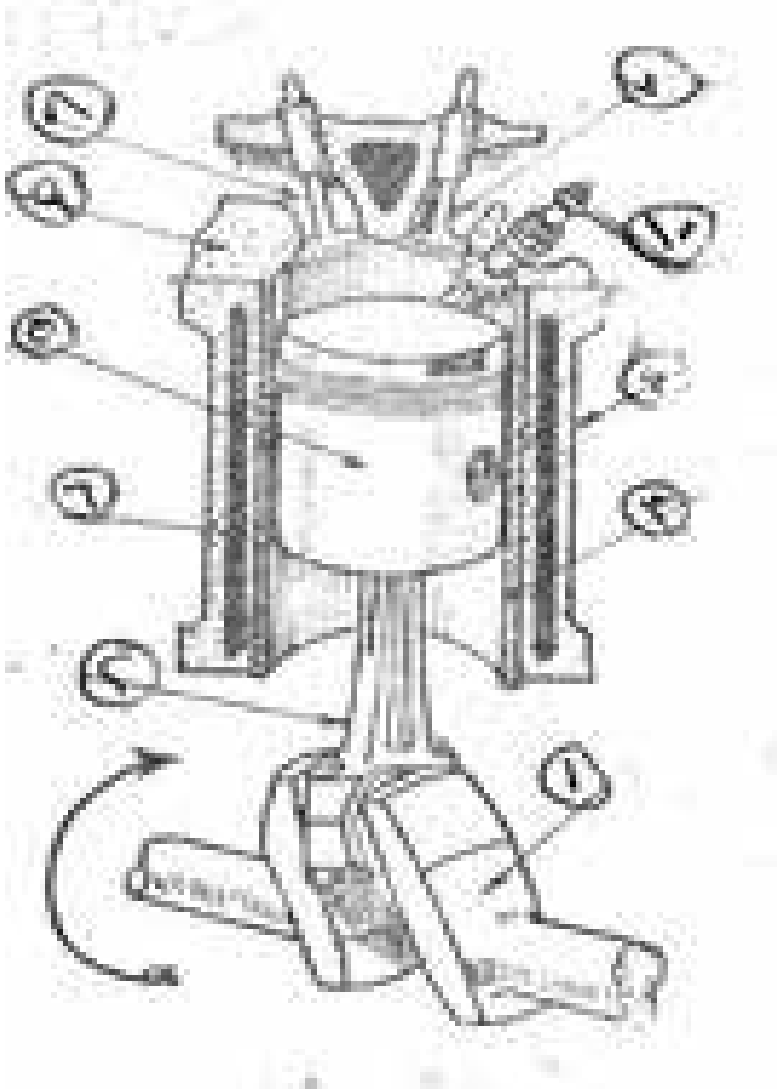
٢- غطاء الأسطوانة Cylinder head

ويصنع أيضا من الحديد الزهروأحيانا من سبائك الألومنيوم ويركب فوق الاسطوانة تركيبا محكما وفى الغطاء توجد مجارى لمياه التبريد وفتحات صمامات الدخول والعادم وفتحة أخرى لتركيب شموع الإحتراق أوحاقن الوقود حسب نوع المحرك، كما يتضح من شكل (٢٠).

ويتصل رأس الاسطوانة بكتلة الإسطوانات بواسطة مجموعة محكمة الربط من المساميروالصواميل ويوضع بين رأس الإسطوانات جوان من الورق المقوى أو من النحاس والورق المقوى وذلك لإحكام غلق الإسطوانات عن بعضها وعن المحيط الخارجي ولمنع تسرب الغاز أومياه التبريد (شكل ٢٢) .

٣- علبة الكرنك(صندوق المرفق): crankcase

وهي الغطاء السفلي لكتلة الإسطوانات ويوجد بها كمية معينة من الزيت لتزييت أجزاء المحرك ويلاحظ أن علبة الكرنك تحيط بعامود الكرنك (عامود المرفق) شكل (٢٢).



١-عامود المرفق أو لكرنك.

٢-ذراع التوصيل (البييل).

٣-قميص الأسطوانة (الجلبة).

٤-الأسطوانة.

٥- المكبس.

٦- جيوب مياه التبريد.

٧-صمام الدخول أوالسحب.

٨-صمام الخروج أوالعادم.

٩- غطاء الأسطوانة.

شكل (٢٠) المحرك وأجزاؤه الرئيسية

ثانيا:الأجزاء المتحركة في المحرك أشكال (٢٠-٢٤)

١- المكبس (البستم) Piston

يصنع من الحديد الزهر في المحركات البطيئة السرعة أوسبائك الألمنيوم فى المحركات السريعة وهوعلى شكل صندوق إسطوانى الجدران ومقفول من ناحية واحدة.وينزلق المكبس داخل الأسطوانة بحركة ترددية نتيجة لاحتراق الوقود داخل الحيزالموجود بين غطاء

الأسطوانة والوجه المقفول من المكبس. وتتحول الحركة الترددية إلى حركة دائرية بواسطة ذراع التوصيل والمرفق، وتركب في مجارى المكبس حول نهايته العليا حلقات (شنابر) وظيفتها منع تسرب الغازات بين جدران المكبس والأسطوانة وتقلل مساحة التلامس بين الأسطوانة والمكبس حتى يكون الاحتكاك أقل ما

يمكن.هذا ويلاحظ أن المكبس يتحرك حركة ترددية في خط مستقيم من أعلي الأسطوانة إلي أسفلها أي من أعلي نقطة ممكنة وتسمي النقطة الميتة العليا إلي أوطي نقطة ممكنة أي النقطة الميتة السفلي (شكل٢٤).ويركب كذلك في المكبس مسمار خاص (بنز) Piston pin وظيفته وصل المكبس بذراع التوصيل (البيل) توصيلا مفصليا شكل (٢١، ٢٣).

٢- شنابر الضغط والزيت: Compression an Scraping rings

أ-بحلقات كبس أو شنابر الضغط Compressing Rings

ب-حلقات قشط (شنابر الزيت) Scraper rings

تبعا لوظيفتها وموضع كل منها فتركب حلقات الكبس فى أعلى المكبس فى مجارى خاصة فى أعلى المكبس وحلقات الزيت فى أسفله أو وسطه ووظيفة هذه الاخيرة توزيع زيت التزييت لجدران الاسطوانة والمكبس وقشط طبقة الزيت وتجديدها بطبقة أخرى أشكال (٢١، ٢٣ ، ٢٤).

أ-شنابر الضغط Compressing rings

وهي هامة جدا بحيث تقوم بمنع تسرب الغازالناتج من إحتراق الوقود فوق سطح المكبس كما أنها تمنع الاحتكاك المستمر بين المكبس والإسطوانة وتقوم بعمليه التوصيل الحراري بين المكبس الساخن وجدارالإسطوانة ومنه إلي مياه التبريد. ويوجد من شنابر الضغط عدد لا يزيد عن أربعة في الجزء العلوي من المكبس (شكلي ٢٣، ٢٤) .

ب- شنابر الزيت: Oil rings

وتقوم بكشط الزيت من علي جدار الإسطوانة في الجزء السفلي منها وهي عادة شنبر واحد أو اثنين ويمر هذا الزيت من عدة ثقوب في جدار المكبس ليعود ثانيا إلي علبة الكرنك حتى لا يكون رواسب كربونية على جدار المكبس نتيجة الإحتراق أو الحرارة العالية (شكلي ٢٣، ٢٤) .

٣-ذراع التوصيل (البييل) Connecting rod

يصنع عادة من الصلب المطروق ووظيفته نقل حركة المكبس الترددية إلى المرفق ويسمى طرف ذراع التوصيل المتصل بالمكبس بالنهاية الصغرى والطرف الآخر المتصل بالمرفق بالنهاية الكبرى شكل (٢١).والنهاية العليا منه تسمي (النقطة الميتة العليا أو الداخلية (ن.م.د) و النهاية الصغرى وهي التي تتصل بالمكبس بواسطة بنز المكبس المثبت بواسطة كابسات ،

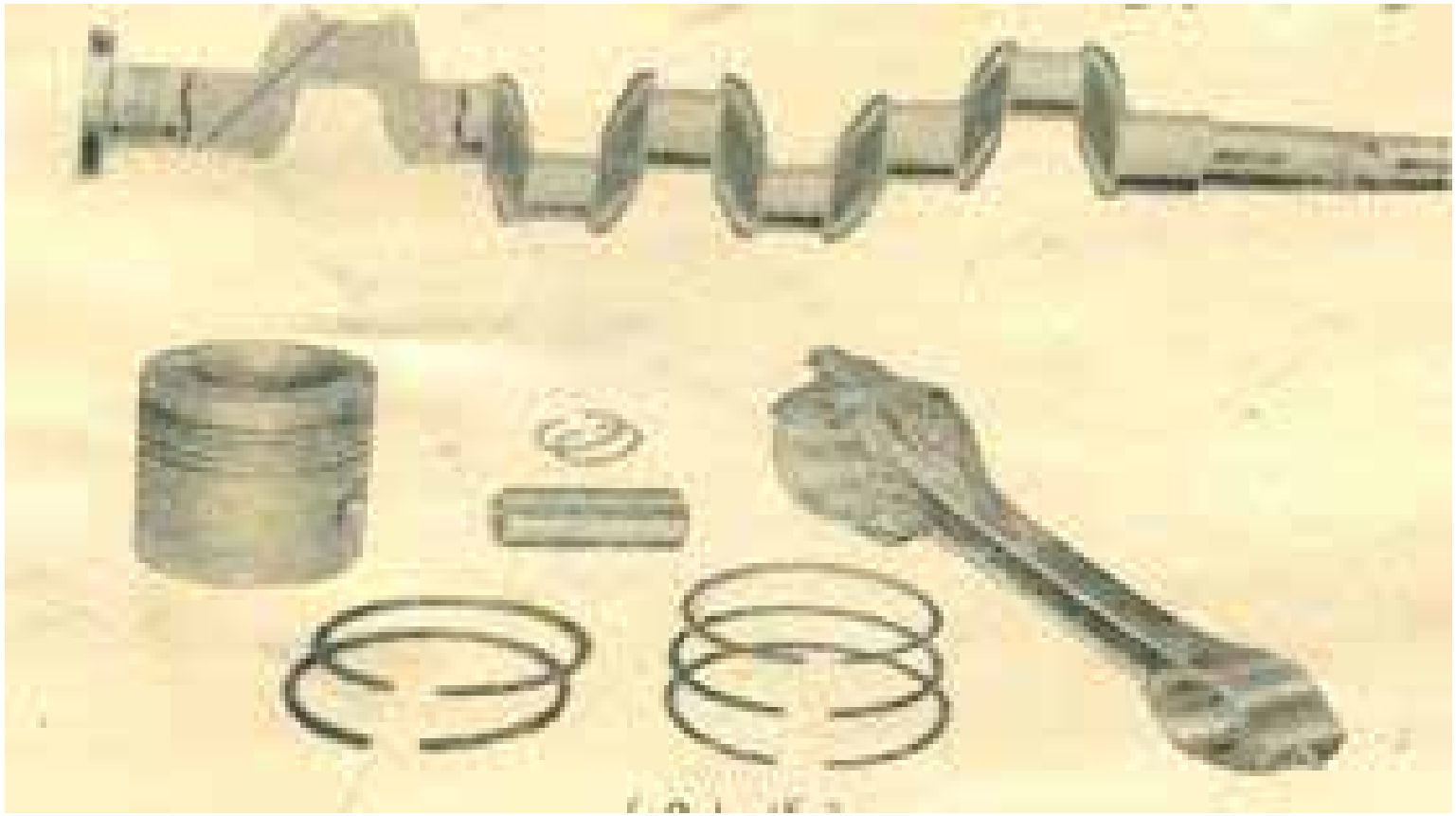
أما النهاية السفلي فتسمى النهاية الكبرى (أوالنقطة الميتة الخارجية (ن.م.خ) وهي التي تتصل بعامود الكرنك وتتحرك معه حركة دائرية والنهاية الكبرى عبارة عن نصفين يركبا معا حول عامود الكرنك ويربطان معا بالمسامير هذا وتتد النهاية الصغرى عامود المرفق بالزيت بواسطة ثقب يصل بينهما وبين النهاية الكبرى (شكلى ٢٣، ٢٤).

٤-عامود المرفق (الكرنك) Crank

يصنع عادة من الصلب المطروق ثم يخرط بدقة فى مواضع محاور الكراسى ووظيفته تحويل حركة المكبس الترددية والمنقولة إلى ذراع التوصيل إلى حركة دائرية شكلى (٢٠، ٢١). أو قد يصنع من سبائك الصلب المعالجة بالحرارة ليكتسب متانة كبيرة وقدرة علي عدم الانثناء

وهوعبارة عن عامود أسطواني به عدة إنثناءات علي شكل حرف u حسب اسطوانات المحرك وهو يدوردائريا حول محوره ويركب علي كراسي تغذى بالزيت كما أنه يقوم بتوصيل الزيت من الكراسي إلي النهاية الكبرى لذراع التوصيل بواسطة الثقب .

وعامود الكرنك هو عامود الإدارة في المحرك الذي يقوم بتوصيل الحركة إلي جميع أجزاء الجرار فهو ينقل الحركة إلي الدبرياج للتحكم في تشغيل أو إيقاف الجرار ثم تنتقل هذه الحركة إلي صندوق التروس ثم إلي الجهاز الفرقي ثم إلي العجل حيث قدرة الجرارعلي الحركة والشد (شكلي ٢٣ ،٢٤).

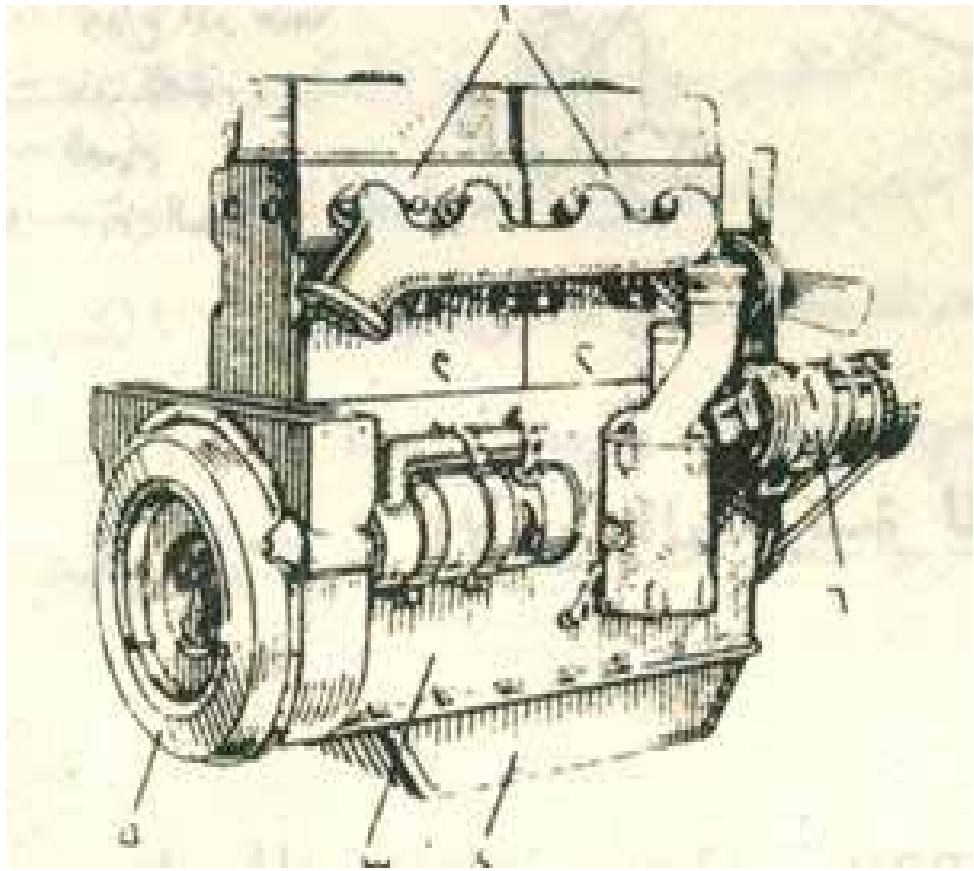


شكل(٢١) الأجزاء المتحركة في المحرك

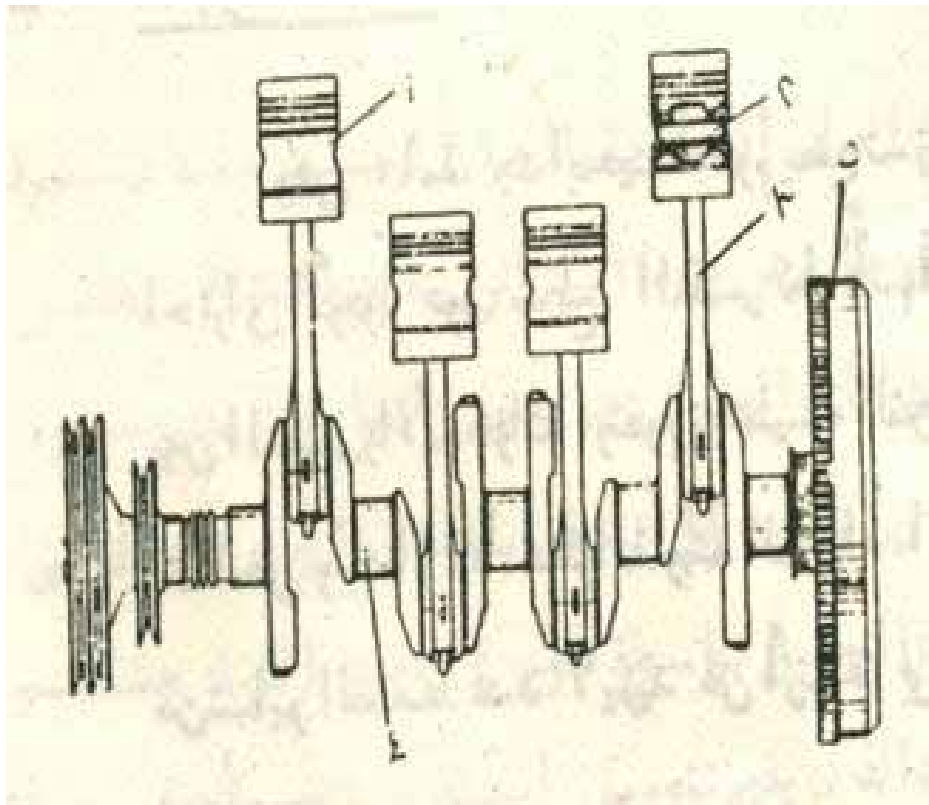
٥-الحدافة Flywheel

وتصنع من الحديد الزهرووظيفتها تنظيم سرعة دوران عامود مرفق المحرك وتقليل ذبذبته وبالأخص فى المحركات ذات الإسطوانة الواحدة. وهي عبارة عن عجلة ثقيلة الوزن توجد في نهاية عامود الكرنك جهة وسط جسم الجرار وتدوربسرعة عامود الكرنك ووظيفتها اختزان كمية من طاقة الحركة التي

تكتسبها قي شوط التشغيل لتنظيم سرعة دوران عامود الكرنك في باقي الأشواط (سحب - ضغط - عادم) ، كما أنها تقوم بتقليل الذبذبة الناتجة عن حركة المحركات وخصوصا إذا كان للمحرك ذوإسطوانة واحدة ومقدار الطاقة الميكانيكية التي تختزنها الحدافة تتناسب مع كتلتها ومربع سرعتها شكلى (٢٢ ، ٢٣).



١-رأس الاسطوانة.
٢-كتلة الإسطوانة.
٣-علبة المرفق(الكرنك).
٤-حوض الزيت(الكارتير).
٥-الحدافة.
٦-المولد الكهربائي (الدينامو).



١-الكباس.
٢-رأس الكباس.
٣-ذراع التوصيل (البيل).
٤-عامود المرفق (الكرنك).
٥-الحدافة والترس الخلفي.

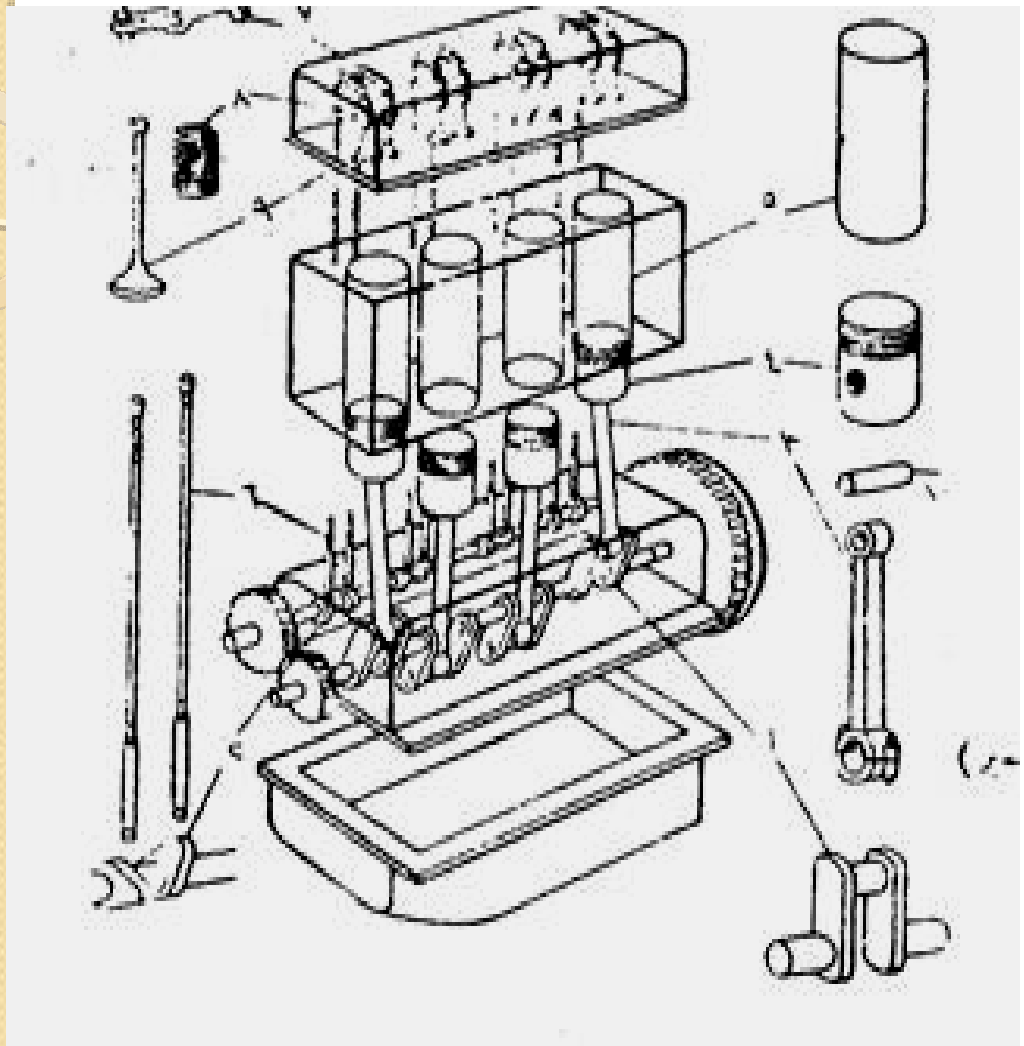
٦-الصمامات وعامود الكامات شكل (٢٤، ٢٥، ٢٦)

الصمام هو جهاز ميكانيكي صغير يستعمل لغلق ممر ما.

الصمامات وتروس التشغيل Valves and timing gears:

يوجد لكل اسطوانة صمامان أحدهما لإدخال الهواء أومخلوط الوقود والهواء ويسمى صمام السحب أوالتغذية inlet valveوالثاني يسمى صمام العادم وهوالذي يخرج نواتج الإحتراق .

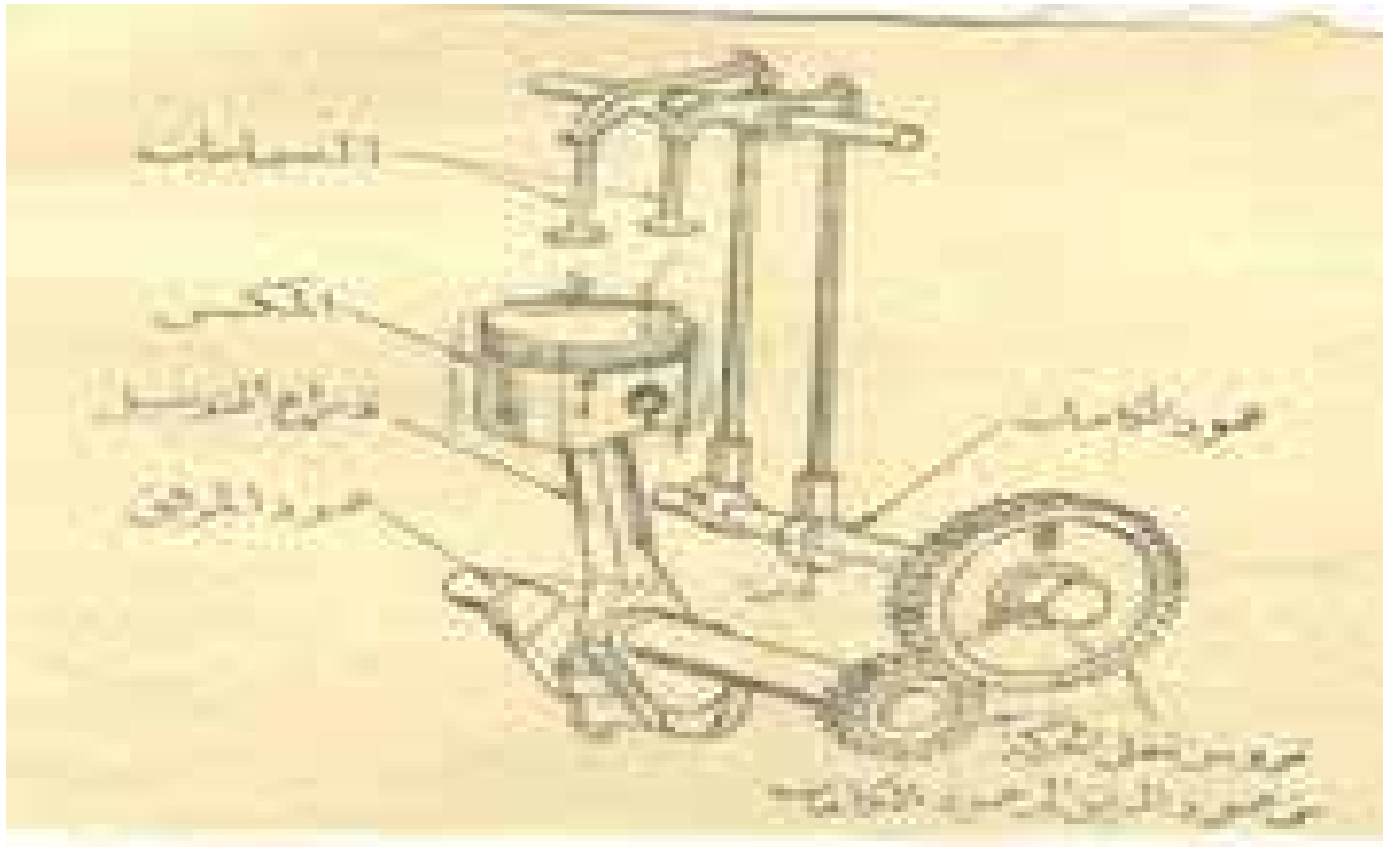
وتقوم مجموعة من التروس تسمى تروس التوقيت بنقل حركة عامود الكرنك الدائرية إلي الصمامات عن طريق الكامات لتتحرك حركة مستقيمة ينتج عنها فتح وقفل هذه الصمامات بتوقيت معين متناسق مع حركة المكبس حيث أنه عندما يكون المكبس في وضع معين يكون هناك وضع مقابل لعامود الكرنك يقابله وضع الصمام في حالة قفل أو فتح(أشكال٢٤-٢٦).



١-عامود المرفق.
٢-عامود الكامات.
٣-ذراع التوصيل.
٤-الكباس.
٥-بطانة الإسطوانة (الشميز).
٦-ذراع الدفع.
٧-الذراع المترجحة.
٨-ياي الصمام.
٩-الصمام.
١٠-بنز الكباس.

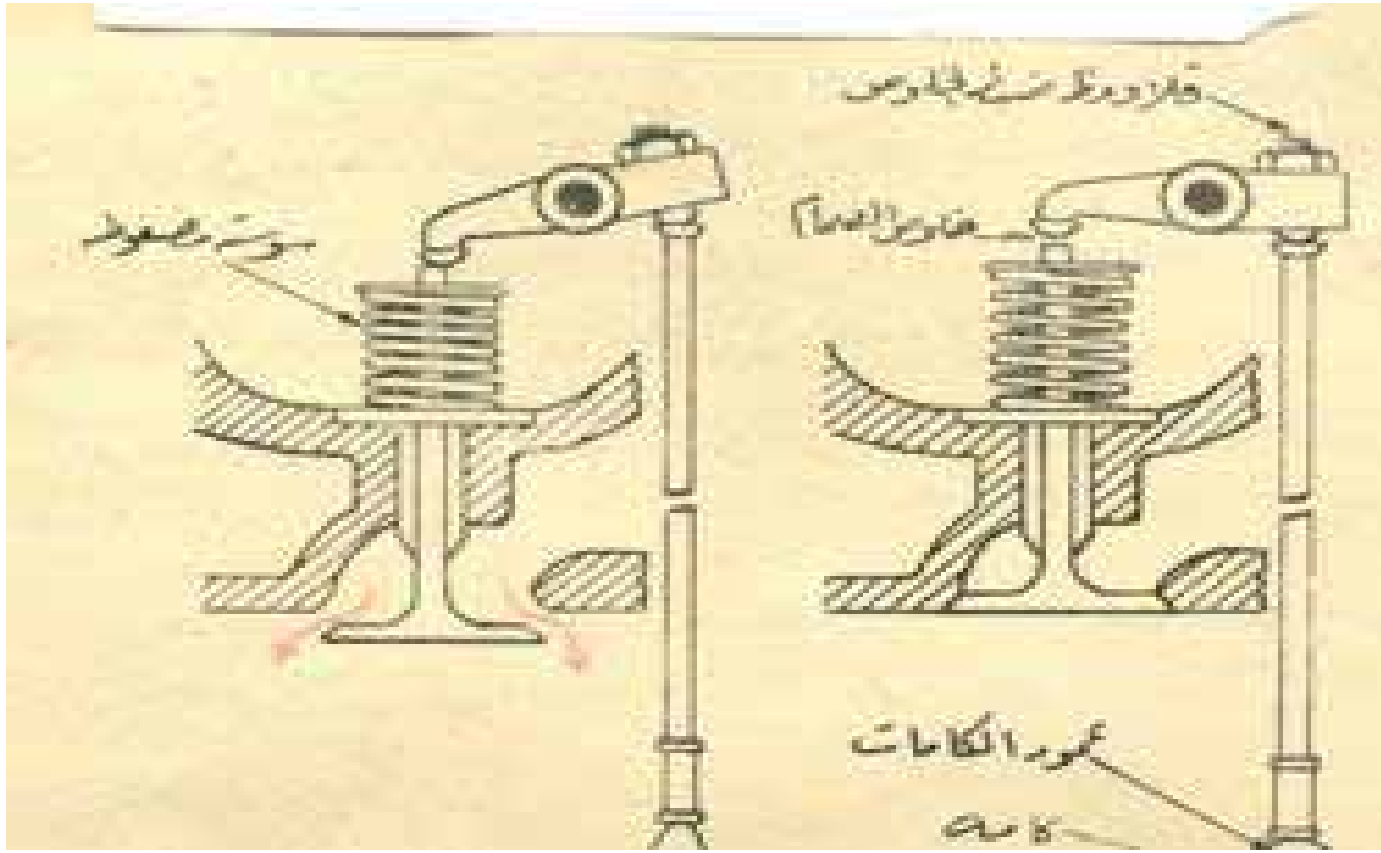
ولتشغيل محرك الإحتراق الداخلي يلزم دخول خليط الهواء والوقود أو الهواء فقط داخل الاسطوانة ثم حجز هذا الخليط حتى يحترق ويتمدد داخل الإسطوانة ثم يطرد ناتج الإحتراق بعد ذلك إلى الخارج. ويتم ذلك بواسطة فتح وغلق الصمامات. لذلك يجب ضبط توقيت فتح وغلق الصمامات بدقة لحسن أداء المحرك عمله واستهلاك الوقود.

بحيث كل لفة لعامود الكامات يقابلها لفتان من عامود الكرنك في المحركات رباعية المشاويرأي أن تروس التوقيت تقوم بتخفيض سرعة عامود الكامات إلي النصف وفي المحركات ثنائية المشاوير فإن كل لفة من عامود الكامات تقابلها لفة واحدة من عامود الكرنك.



شكل (٢٥) كيفية نقل الحركة إلى صمامات المحرك

وتشغل الصمامات بواسطة كامات متصلة بعامود الكامات الذى يستمد حركته من عامود المرفق (الكرنك) كما هو مبين بشكل (٢٥). والغرض من الكامة هو الحصول على حركة إستقامية ترددية ذات خواص معينة من حركة دائرية منتظمة.وتكاد تكون طريقة فتح وقفل الصمامات بواسطة الكامات هي الطريقة الوحيدة المستعملة في جميع أنواع المحركات ذات الإحتراق الداخلى.



صمام عند الفتح صمام عند القفل

شكل (٢٦) طريقة فتح وغلق الصمامات

أنواع المحركات ذات الإحتراق الداخلي:

تنقسم تلك المحركات إلى:-

أ-محركات الإشتعال بالشرارة Spark Ingition Engine

ب-محركات الإشتعال بالضغط (ديزل) Compression Ignition Ingines

ج-محركات النصف ديزل Semi-Diesel

(أ)محركات الاشتعال بالشرارة Spark Ignition Engines

يستعمل في هذا النوع من المحركات وقود البنزين أوالكيروسين ولها نوعين من الدورات: الدورة الرباعية الأشواط أو الدورة الثنائية الأشواط.

وقبل أن نتكلم عن كل من الدورات يحسن بنا أن نلم ببعض التعاريف الأولية .

تعريف الدورة Cycle :عبارة عن المراحل المختلفة التي يمر به المكبس أثناء حركته ليصل إلى نفطة الابتداء مرة ثانية.

تعريف الشوط Stroke : هو أحد المراحل التي يمر بها المكبس أثناء الدورة أي أنه جزء من الدورة.

تعريف المشوار Stroke : هو المسافة التي يقطعها المكبس من أسفل موضع (النقطة الميتة السفلي أوالخارجية (ن.م.خ)إلى أعلى موضع له (النقطة الميتة العليا أو الداخلية (ن.م.د).

الـدورات الحراريــة الحقيقيــة

ACTUAL CYCLES

يمكن تقسيم المحركات الحرارية إلى:-

١-محركات رباعية المشاوير (الأشواط) (شكل ٢٧، ٢٨)

Two-stroke cycle engine

٢-محركات ثنائية المشاوير (الأشواط) (شكل ٢٧، ٢٩)

Four-stroke cycle engine

من تعريف الدورة الحرارية أنها مجموعة من العمليات الحرارية التى تبدأ من نقطة معينة وتنهى عند نفس النقطة.

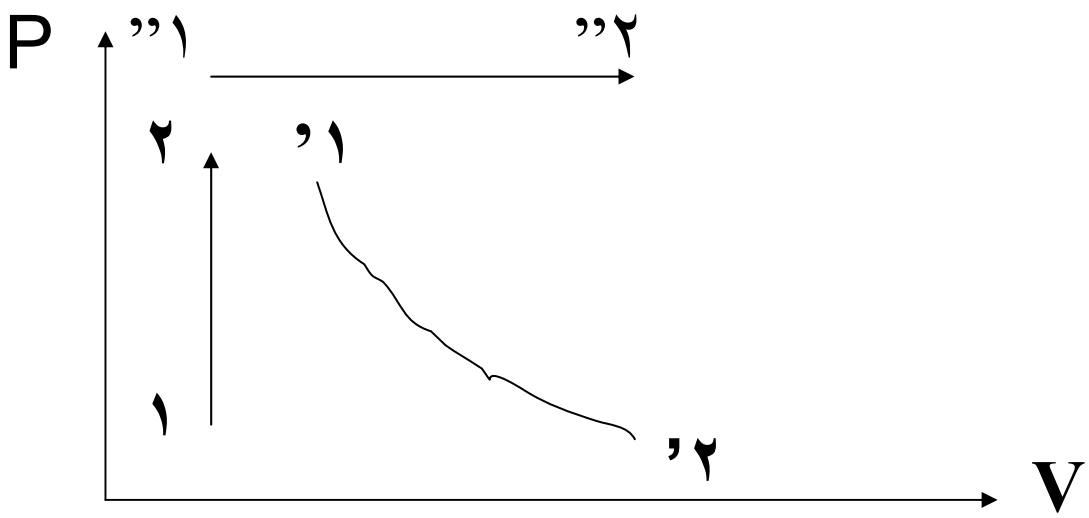
ومقدارالتغيرفي الطاقة الداخلية خلال هذه الدورة لابد وأنه يساوى صفرا. ويعتبر محرك الإحتراق الداخلي آلة تعمل على تحويل الطاقة الكيميائية إلى طاقة حركة. ويحدث ذلك عن طريق وسيط وهو الغاز الذى يعطى شحنات حرارية كبيرة تحت ظروف معينة ، يستخدم جزء منها فى التحول إلى طاقة حركة، ويتبقى الجزء الأكبر يطرد على هيئة طاقة حرارية أيضا.

ويلاحظ أن إعطاء الحرارة ومقدارها يحدث تحت أحد الظروف التالية (شكل ٢٧):

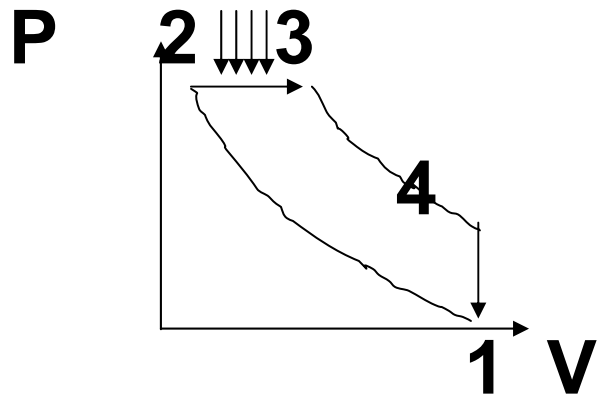
١-حجم ثابت V (Constant Volume) يبينه الخط ١- ٢ على يمين المنحنى.

٢-ضغط ثابت P (Constant Pressure) يبينه الخط ١"-٢".

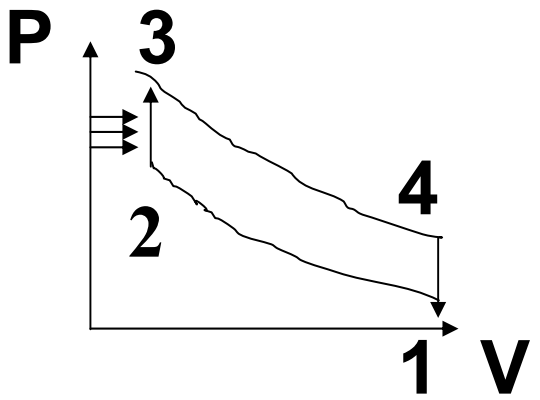
٣-درجة حرارة ثابتة T (Constant Temperature) ويبينه الخط ١' – ٢'.



(شكل ٢٧)



دورة الضغط الثابت Diesel



دورة الحجم الثابت Otto

شكل(٢٧)بيانيا لإعطاء الحرارة والحجم والضغط في محرك الاحتراق الداخلي.

من الناحية النظرية هناك دورتان معروفتان:

١-الدورة الحرارية ذات الحجم الثابتConstant Volume Cycle

حيث تعطى الحرارة عند ثبوت الحجم وتسمى دورة أوتو Otto

شكل(٢٨)، حيث يضغط الغازالوسيط من ١-٢ثم تعطى الحرارة

من ٢-٣ويحدث التمدد من ٣-٤وتفقد الحرارة من ٤-١.

٢-الدورة ذات الضغط الثابت Constant Pressure Cycle

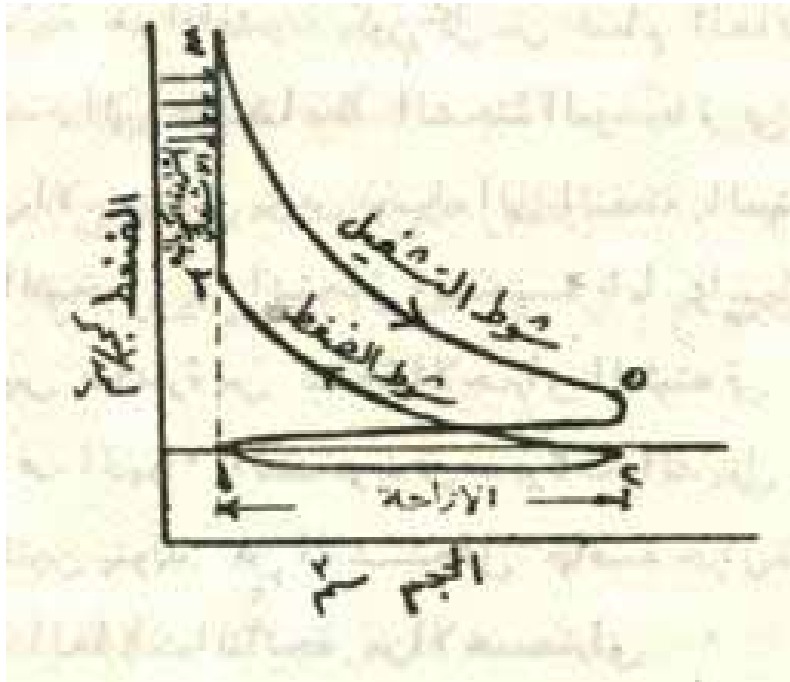
شكل (٢٩) حيث تعطى الحرارة عند ثبوت الضغط وتسمى دورة ديزل Diesel حيث تعطى الحرارة من ٢-٣

الدورة رباعية الأشواط (شكل ٣٠، ٣١)

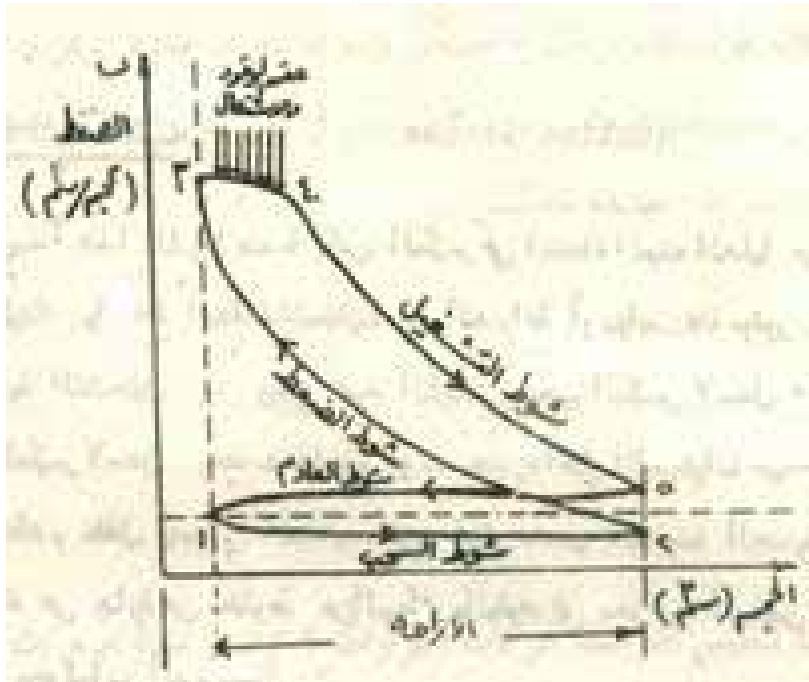
Four Strokes Cycles

سميت هذه الدورة رباعية المشاوير لأنه لإتمام دورة واحدة كاملة يجب أن يتحرك المكبس أربع مشاوير (المشوار هو المسافة الرأسية بين النقطة الميتة العليا والنقطة الميتة السفلي داخل اسطوانة المحرك) بواسطة

لفتين من عامود الكرنك ، بينما في محركات البنزين والمحركات الغازية يحدث خلط للوقود والهواء خارج اسطوانة المحرك ثم يسحب المخلوط الي داخل اسطوانة المحرك حيث يتم ضغطه .



شكل (٢٨) يوضح بيانيا أشواط الدورة الحرارية الأربعة لمحرك بنزين Otto



شكل(٢٩) يوضح بيانيا أشواط الدورة الحرارية الأربعة لمحرك ديزل Diesel

أما في محركات الديزل يتم سحب الهواء فقط الي داخل اسطوانة المحرك ويتم حقن الوقود(السولار) داخل الأسطوانة بعد إتمام عمليه الضغط، في هذه المحركات يتم الإشتعال بمجرد حقن الوقود في هذا الهواء المضغوط ذو الحرارة العالية والذي يقوم برفع درجه حرارة الوقود إلي ما فوق درجه إشتعاله .

لذا فإن محركات الديزل لا تحتاج إلى شمعة إحتراق أوأجهزة إشتعال أخرى والأشواط الأربع لهذه الدورة هي شوط السحب- شوط الضغط-شوط الإشتعال-شوط الطرد .

شوط (التغذية) السحب: Suction Stroke

ويبدأ هذا الشوط عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العليا حيث يدارعامود الكرنك بواسطة الطاقة المختزنة في الحدافة أوبواسطة موتوربدء الحركة عند بداية التشغيل - ويقوم عامود الكرنك بسحب المكبس لأسفل . فنتيجة لحركة المكبس لأسفل يحدث خلخله أو سحب

داخل الأسطوانة حيث يكون صمام العادم مقفل وصمام السحب مفتوح فيتم سحب الشحنة الجديدة . والشحنة الجديدة عبارة عن مخلوط من الهواء والوقود في محركات البنزين أوهواء فقط في محركات الديزل .

شوط (الكبس) الضغط:Stroke Compression

عند بداية هذا الشوط عندما يكون كل من صمام العادم وصمام السحب مغلقين ويتحرك المكبس الى أعلي ضاغطا الشحنه الموجوده في الخلوص أوالفراغ الباقي داخل الاسطوانة بعد وصوله الى النقطه الميتة العليا (ن.م.د) .عند أو قرب نهاية شوط الضغط يتم إشتعال الشحنة إما بواسطة شرارة كهربية

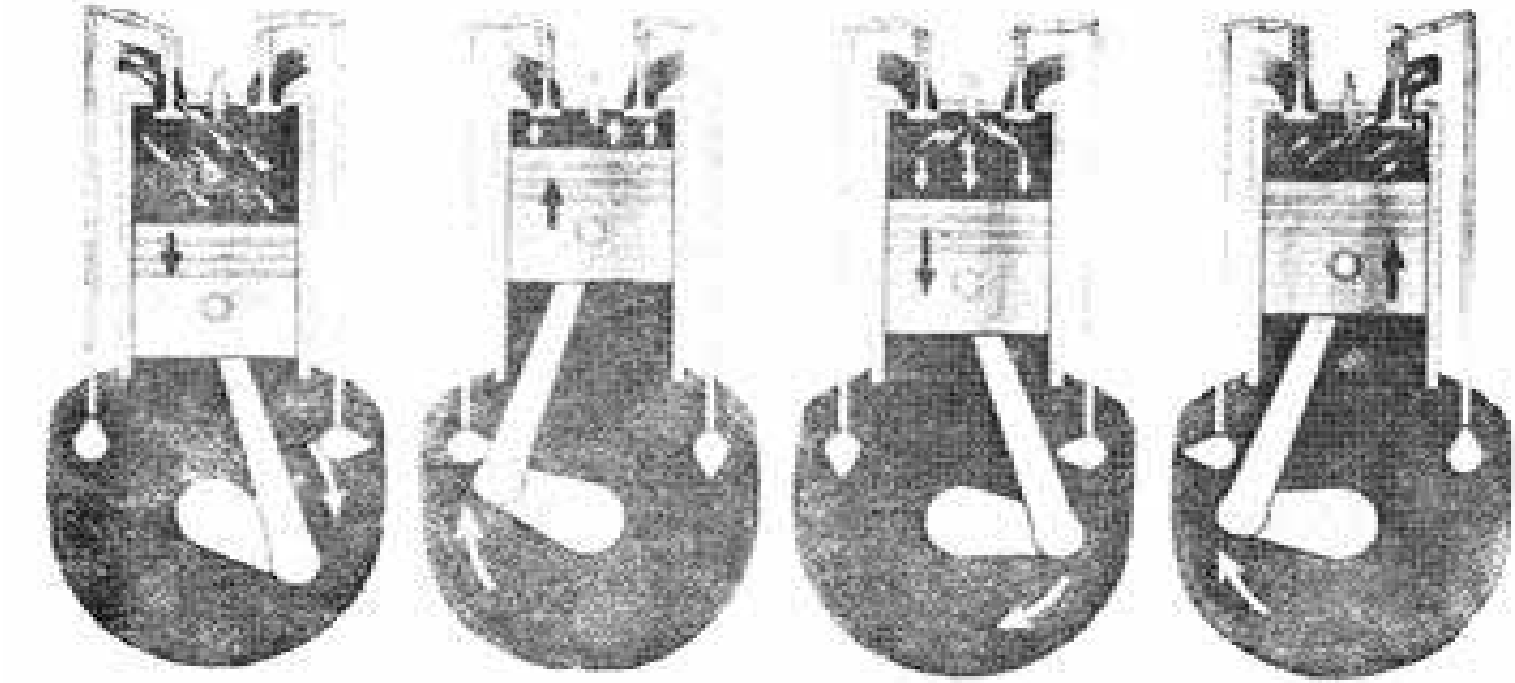
في محركات البنزين صادرة من شمعه الإحتراق المثبتة في رأس الأسطوانة أو بواسطة حقن الوقود وبخه في الهواء المضغوط في محركات الديزل في صورة رذاذ دقيق . وفي كلتا الطريقتين يتولد عن الإشتعال طاقه حرارية هائلة ينتج عنها إرتفاع كبير في ضغط الغازات الناتجة من الإحتراق.

شوط (الإشتعال) الفعال : Expansion Stroke

في هذا الشوط تدفع الغازات الناتجة من الإشتعال المكبس إلي أسفل تحت ضغط عالى ويظل صمامي العادم والسحب مغلقين .

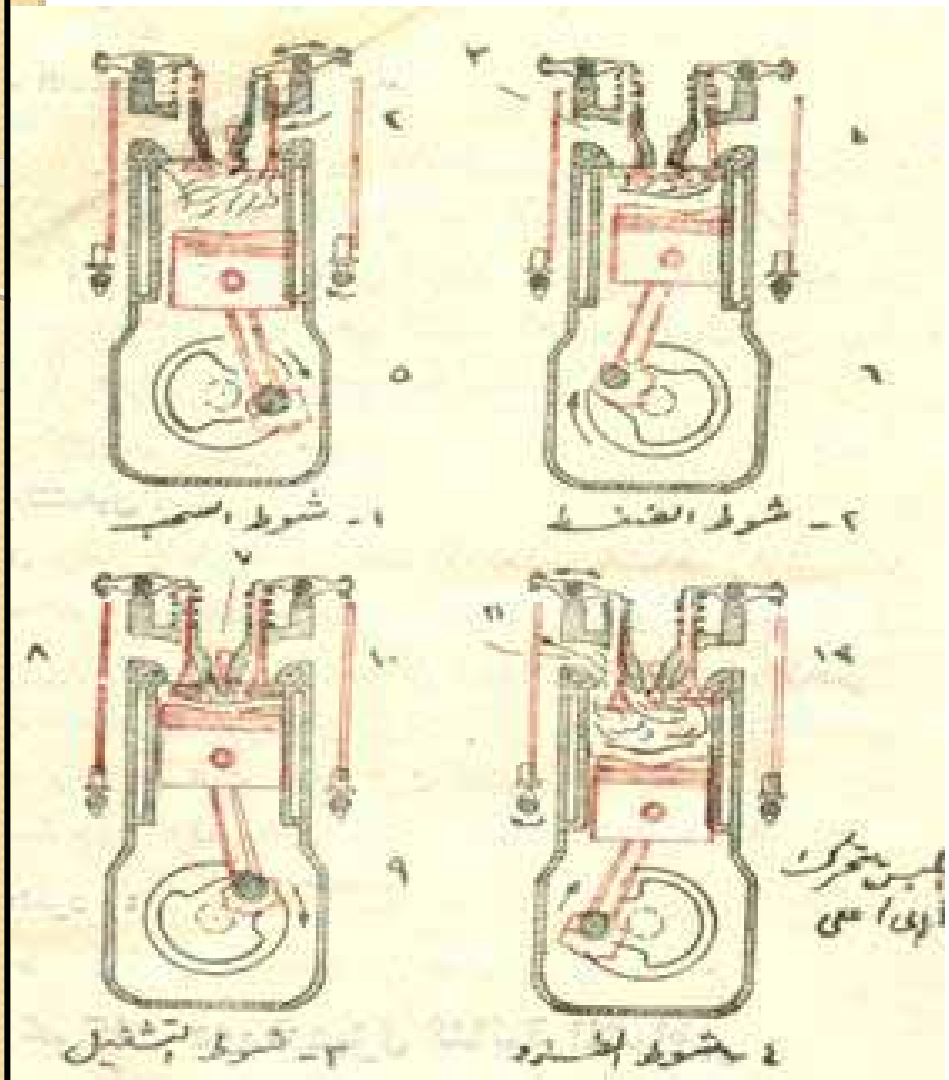
شوط (العادم) الطرد : Exhaust stroke

ويبدأ هذا الشوط بحركة المكبس أعلي بعد الشوط الفعال حيث يفتح صمام الطرد ويظل صمام السحب مغلقا . وأثناء حركة المكبس إلي أعلي يقوم المكبس بكسح غازات العادم أمامه طاردا إياها خلال صمام العادم استعدادا لإستقبال الشحنه الجديدة في شوط السحب التالي .



شوط العادم شوط التشغيل شوط الضغط شوط السحب

شكل (٣٠) الدورة الحرارية لمحرك بنزين رباعي الأشواط



١-صمام الطرد مغلق.
٢-الهواء يدخل من صمام السحب.
٣-صمام الطرد مغلق.
٤-صمام السحب مغلق.
٥-المكبس يتحرك لأسفل.
٦-المكبس يتحرك لأعلى.
٧-الرشاش يحقن الوقود.
٨-صمام الطرد مغلق.
٩-المكبس يدفع لأسفل.
١٠-صمام السحب مغلق.
١١-صمام الطرد مفتوح لخروج غازات الإحتراق.
١٢-صمام السحب مغلق.

شكل (٣١) الدورة الحرارية لمحرك ديزل رباعي الأشواط

بذلك تكون الدورة قد إكتملت ويبدأ مرة ثانية شوط السحب الجديد كما في الخطوات السابقة، وحيث أن هناك شوط فعال واحد فقط من هذه الأشواط الأربع لذا فإن جزء من الطاقة المتولدة تختزن في الحدافة لإدارة عامود الكرنك في الأشواط الثلاث الأخرى.

دورة المحركات ثنائية المشاوير (شكل٣٣،٣٢)

Two strokes cycle

دورة هذه المحركات تتم في مشوارين اثنين فقط للمكبس .

أي في لفة واحدة فقط لعامود الكرنك ولذا فهذه المحركات من الناحية النظرية سوف تنتج ضعف القدرة التي ينتجها محرك رباعي الأشواط المساوي له في قطر المكبس وطول المشوار وعدد الإسطوانات وعدد لفات عامود الكرنك لكن الذي يحدث من الناحية العملية هوأن المحركات

ثنائية المشاوير تعطي قدرة تساوي مرة ونصف قدرة المحرك رباعي الأشواط تقريبا والمحركات ثنائية المشاوير لايوجد فيها جهاز الصمامات جهاز الصمامات بما فيه من الكامات والتاكيهات وتروس التوقيت ولذا فهذه المحركات مرغوبة في الآلات النقالي والمحمولة لصغر حجمها وخفة وزنها . وشكل(٣٢،٣٣) يبين محرك بنزين ومحرك ديزل ثنائي الأشواط.

في محرك البنزين توجد بجدران الأسطوانة ثلاث فتحات الأولى للعادم والثانية لشحن الأسطوانة وتتصل بعلبة الكرنك والثالثة تقع الي أسفل وتستعمل لشحن صندوق المرفق،وفي محرك الديزل تستبدل الفتحتان الثانية والثالثة بفتحه واحده لشحن الأسطوانة مباشرة بالهواء وهذه الفتحة مزودة بمروحة لدفع الهواء داخل الأسطوانة ،أما فتحه العادم فقد تستبدل بصمام للعادم خاصة في المحركات ذات السرعات العالية.

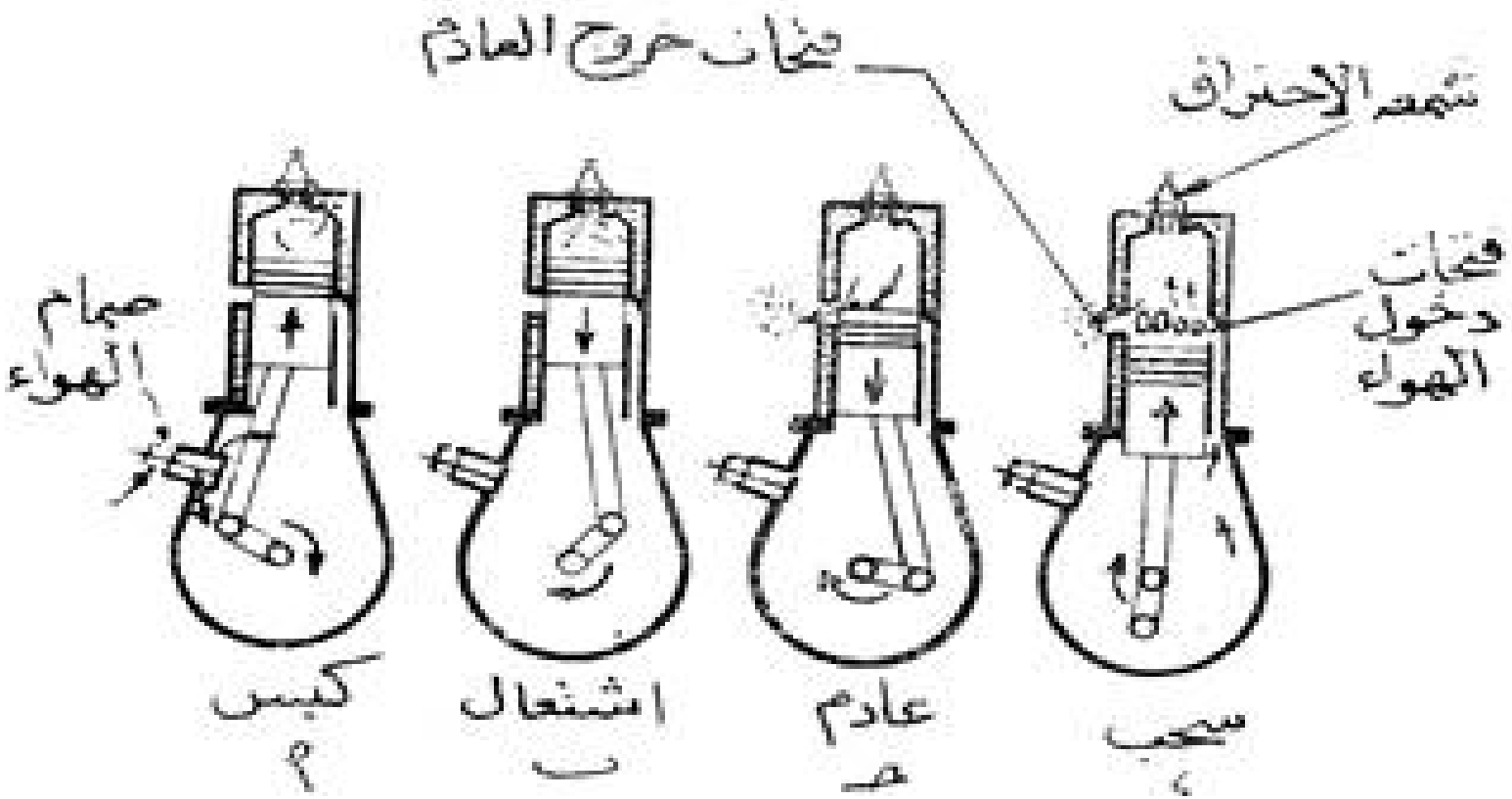
ويكون شوطا الدورة لمحرك البنزين ثنائى الأشواط كالآتي:-

١-الشوط الأول Expansion and Exhaust :

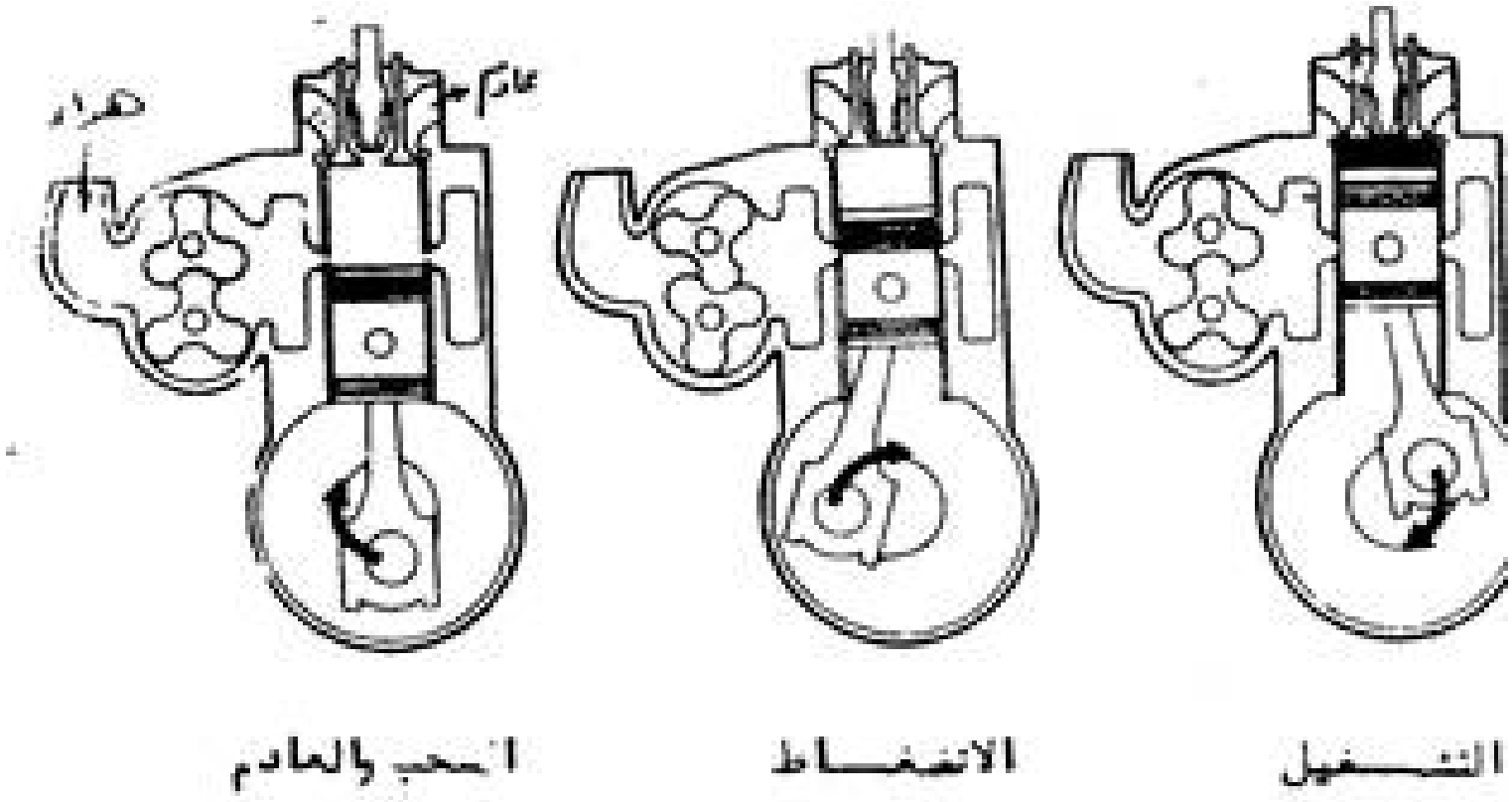
يتحرك المكبس لأسفل فاتحا فتحه العادم لتخرج غازات العادم المتبقية من الشوط السابق. ثم يفتح فتحة شحن الأسطوانة فتندفع الشحنة الموجودة بصندوق المرفق نظرا لانضغاطها بواسطة الحركة السفلية للمكبس . وفى أثناء حركة المكبس لأسفل يغلق فتحه شحن علبة الكرنك .

٢-الشوط الثاني Suction and Compression:

يتحرك المكبس لأعلي فاتحا فتحه شحن صندوق المرفق فتندفع الشحنه داخلها آليا تحت تأثيرالتفريغ الذي يحدث نتيجة لحركة المكبس ثم يغلق فتحتي شحن الأسطوانه والعادم .ويستمرالمكبس في حركته ضاغطا الشحنة. وعند نهاية الشوط يحدث الإشتعال نتيجة الشرارة الكهربائية أو حقن الوقود حسبما كان المحرك من نوع الاشتعال بشرارة أو بالضغط .



شكل(٣٢)الدورة الحرارية لمحرك بنزين ثنائي الأشواط يعمل بالفتحات الجانبية



شكل (٣٣) الدورة الحرارية لمحرك ديزل ثنائي الأشواط

مقارنة بين المحركات رباعية المشاوير وثنائية المشاوير :

إننا نتوقع أن تكون المحركات ثنائية المشاويرلها ضعف قدرةالمحركات الرباعية المشاويروالمساوية لها في حجم الاسطوانة & طول المشوار &وعدد الأسطوانات وسرعة المحرك نظرا لأن المحركات ثنائية المشاويرلها ضعف عدد أشواط التشغيل الموجوده فى المحركات رباعية المشاويروهذا التوقع تقريبا صحيح خصوصا في محركات الديزل ذات السرعة البطيئة حيث يكون هناك الوقت الكافى لسحب

وطرد الغازات،أما في المحركات ثنائية المشاويرذات السرعات العالية فان القدرة الناتجة سوف تكون أقل من المتوقعة نتيجة لعدم وجود الوقت الكافي لسحب وطرد الغازات مما يؤدى إلي سحب كمية أقل من الشحنة الجديدة خلال شوط التشغيل مما يقلل من كفاءة عملية الإحتراق وكذلك فى محركات البنزين يتم فقد جزء من الشحنة في طرد غازات العادم وكذلك في محركات الديزل ثنائية المشاويريتم فقد جزء من القدرة فى

إدارة مروحة الهواء لدفعه داخل إسطوانات المحرك .وعموما فان نسبة القدرة إلى وزن المحرك تكون عالية جدا للمحركات ثنائية المشاويرعن المحركات رباعية المشاويرويرجع ذلك إلى عدم وجود بعض الأجزاء التي تعتبرضرورية في محركات رباعية المشاويرمثل الصمامات و عامود الكامات وتروس التوقيت وعامود التاكيهات ٠

والمحركات رباعية المشاوير لها كفاءة أعلى من المحركات ثنائية المشاويرخصوصا في محركات البنزين الثنائية المشاويرحيث يفقد جزء من الشحنة مع غازات العادم ويكون إستهلاك الوقود فى هذه المحركات كبيركذلك المحركات ثنائية المشاويرتمتازبكثرة استهلاكها لزيت التزييت ٠والجدول التالي يوضح ترتيب الإشتعال بالنسبة لمحرك رباعى الأشواط (رباعى الأسطوانات):

ترتيب الاشتعال ١ – ٣ –٤-٢

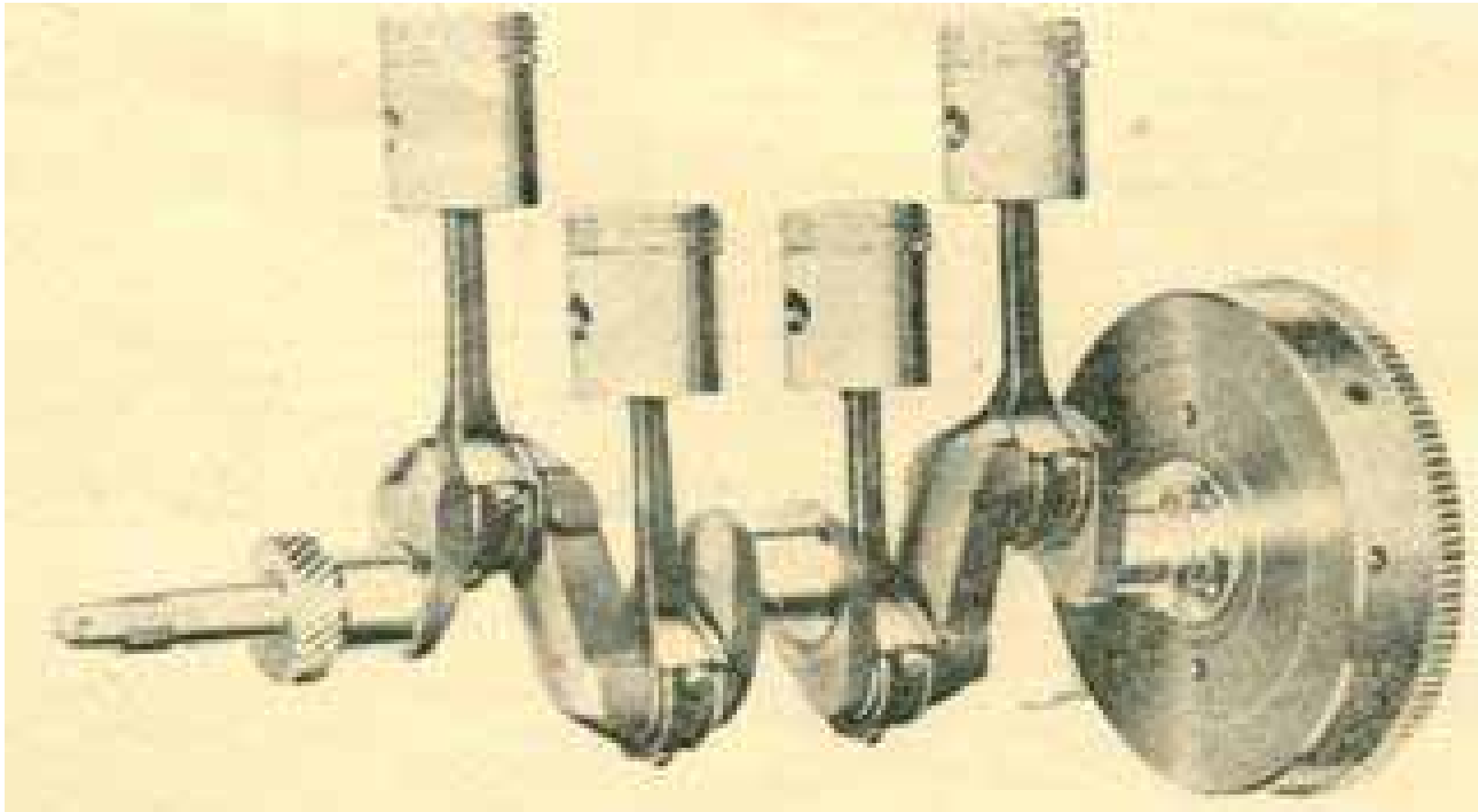
درجة دوران عامود المرفق	الاسطوانة رقم ٤	الأسطوانة رقم ٣	الأسطوانة رقم ٢	الأسطوانة رقم ١
٠-١٨٠	سحب	كبس	عادم	تشغيل
١٨٠-٣٦٠	كبس	تشغيل	سحب	عادم
٣٦٠-٥٤٠	تشغيل	عادم	كبس	سحب
٥٤٠-٧٢٠	عادم	سحب	تشغيل	كبس

المحرك المتعدد الأسطوانات: Multi-Cylinders engine

من الملاحظ أن محركات الجرارات الزراعية لا تحتوى على اسطوانة واحدة بل يكون بها اكتر من أسطوانة حيث انه كلما تعددت الأسطوانات بالمحرك الواحد (شكل ٣٤)، كلما قل الاهتزاز بالمحرك كما أن المحرك ذو الأسطوانة الواحدة لا تزود به إلا الآلات الصغيرة الحجم وعلي سبيل المثال محرك ذو أربع اسطوانات نجد أنه صمم بحيث أن كل زوج من

البساتم يعملان مع بعضهما إلي أعلي والى أسفل فالبستم رقم ١،٤ يعملان معا والبستم رقم ٢ ، ٣ يعملان معا وفي ترتيب مثل هذا نجد أنه من الممكن الحصول علي شوط التشغيل لكل بستم منفرد في وقت عن البساتم الأخرى فعندما يكون البستم الأول في دوره التشغيل يكون البستم الثاني في شوط العادم والبستم الثالث في

شوط الكبس والبستم الرابع في شوط السحب وهذا الترتيب يعطينا ما يطلق عليه بنظام فترات الإشتعال firing intervals والترتيب التالي يوضح نظام إشتعال طبق الأصل لمحرك ذو أربع أسطوانات رباعي الأشواط وهي ١-٣-٤-٢ وفي حالة محرك ذو ستة أسطوانات تكون فترات ترتيب الإشتعال الذاتي كالآتي ١-٥-٣-٦-٢-٤



شكل (٣٤) تعدد الأسطوانات في المحرك

ومن مميزات المحرك المتعدد الأسطوانات أن يكون هناك أشواط إشتعال متعددة لتعطي عدد دورات لعامود المرفق وبذلك تكون القدرة أكثرانتظاما وكذلك كلما زاد عدد البساتم في محرك ما تقل الفترة الزمنية بين أشواط الضغط المتتالية وتعرف فترة الاشتعال بأنها درجة دوران عامود المرفق بين شوطين اشتعال متتالين وعلي ذلك يمكن تقدير فترة الإشتعال حسب المعادلة التالية :

لمحرك رباعي الأشواط = $\frac{٧٢٠}{\text{عدد البساتم}}$ = فترات الإشتعال

لمحرك ثنائي الأشواط = $\frac{٣٦٠}{\text{عدد البساتم}}$ = فترات الإشتعال

مقارنة بين محركات الإشتعال بالشرارة والإشتعال بالضغط

محركات الإشتعال بالضغط ديزل (diesel)	محركات الإشتعال بالشرارة(بنزين Otto)
١-وقود:السولار	١-وقود: بنزين أو كيروسين
٢-الضغط في نهاية شوط الضغط حوالى ٥٠٠٠ك.نيوتن/م^{٢}	٢-الضغط في نهاية شوط الضغط ٢٥٠٠ك.نيوتن/م^{٢}
٣-يتم حقن السولار داخل الأسطوانة بعد الكبس	٣-يتم خلط الوقود والهواء قبل دخوله على الأسطوانة
٤-لها طلبة حقن وقود ورشاشات	٤-لها كربراتير وموزع شرارة وشموع إحتراق

تابع المقارنة بين محركات الإشتعال بالشرارة والإشتعال بالضغط

محركات الإشتعال بالضغط ديزل (diesel)	محركات الإشتعال بالشرارة(بنزين Otto)
٥-نسبة الكبس ٥ر١٢-١٩	٥-نسبة الكبس ٧-١٠
٦-الكفاءة الحرارية ٣٠-٣٥%	٦-الكفاءة الحرارية ٢٠-٢٥%
٧-المحرك ثقيل لأنه يصنع من مواد ثقيلة لتحمل الضغوط العالية	٧-المحرك خفيف لأنه يصنع غالبا من مواد خفيفة نظرا لصغره لانخفاض الضغط نسبيا
٨-درجة الحرارة في نهاية شوط الضغط حوالي ١٠٠٠°م	٨-درجة الحرارة فى نهاية شوط الضغط منخفضة نسبيا

حساب القدرات والكفاءات الخاصة بالمحرك

Power and efficiencies of engine

تتوقف القدرة المأخوذة من المحرك على :

١-الكفاءة الحجمية وهي كمية الهواء الداخلة في المحرك في الدقيقة .

٢-الكفاءة الحرارية وهي كفاءة خلط الوقود مع الهواء واشتعاله .

٣-الكفاءة الميكانيكية وهي الكفاءة التي يتم بها تحويل الطاقة الحرارية من الوقود إلى طاقة ميكانيكية على عامود الكرنك .

وقبل دراسة الكفاءة الميكانيكية والحرارية لأي محرك يجب توضيح وفهم بعض العلاقات والعبارات الفنية الهامة التي كثيرا ما تستخدم في هذا المجال .

١-نسبة المشوار لقطر الأسطوانة : Stroke-bore ratio (Sr)

وتعرف علي أنها النسبة بين مشوار المكبس وقطر الأسطوانة التي يتحرك داخلها وتساوي:

$$Sr = \frac{L}{D}$$

Where: L = Stroke length , D= cylinder diameter

وهذه النسبة Sr في محركات الجرارات حوالي ١,٦ وتتراوح بين (١ إلي ١,٤٥)

٢- نسبة المكبس أو الإنضغاط : Compression ratio (Cr)

وتعرف على أنها النسبة بين الحجم الكلى للأسطوانة مقسوما على حجم الخلوص . أو هي النسبة بين حجم الشحنة قبل ضغط إلي حجمها بعد الضغط .

$$Cr = \frac{\text{cylinder volume (Va)}}{\text{Clearance volume (Vc)}} = \frac{Vc+Vs}{Vc} = 1+\frac{Vs}{Vc}$$

مثـــال:

إذا كان حجم غرف الإشتعال فى نهاية المكبس (حجم الخلوص) (clearance volume) هو ١٧٥سم مكعب والحجم المزاح بالمكبس هو ٢٢٧٥سم مكعب . أحسب حجم الأسطوانة ونسبة الكبس.

الحـــل:

$$\text{Cylinder volume (V)} = 2275+175$$

$$=2450 \quad cm3$$

$$Cr . = \frac{2350}{175} = \frac{14}{1}$$

٣- إزاحة المكبس (الحجم المزاح) : Piston

Displacement or swept volume

يعرف على إنها الحجم المزاح بواسطة المكبس أثناء حركته (مشواره) أى أن:

Swept volume = A×L

Where: A= piston area, cm2 or in2

L= piston stroke, cm or in

٤-سعة المحرك : Engine capacity

هو مجموع الأحجام المزاحة من كل المكابس فى المحرك فى أشواط التشغيل فى الدقيقة الواحدة.

Engine capacity = A×L×ns

Where: A = piston area

L = piston stroke مشوار المكبس

Ns = Number of expansion strokes/min

عدد مشاوير التشغيل في الدقيقة لجميع اسطوانات المحرك .

٥- سرعة المكبس : Piston speed

سرعة المكبس فى المحرك هى مجموع أطوال مشاويرة فى الدقيقة .

Piston speed= A×L×N

Where: N = number of revolutions per minutes

Or

rpm = عدد لفات المحرك فى الدقيقة

٦- القدرة : Power

وهى معدل بذل الشغل وواحدتها كيلو جرام قوة . متر / ثانية أو الحصان أو الوات .

٧- الحصان : Horsepower

وهو وحدة القدرة ويساوى ٧٥ كيلو جرام قوة . متر/ ث .

٨- القدرة البيانية : Indicated Horsepower

هى القدرة البيانية والتي تحسب من منحنى العلاقة بين الضغط والحجم للمحرك وهى تمثل القدرة المؤثرة على المكبس نتيجة لإحتراق الوقود . أوهي مجموع القدرات بالحصان الناشئة من جميع إسطوانات المحرك وتساوي القدرة البيانية =الشغل الصافي من القدرة الحرارية فى زمن الدورة.

$$I.HP = \frac{PI.L.\pi.R2.N.n}{2\times60\times const} = \frac{PI.L.A.N.n}{120\times75} \quad Hp$$

where: PI =indicated mean effective pressure (kg f./m2).

L = engine stroke (in meter),m

A = piston area (or cylinder area) in m2.

N = engine speed (revolution per minute) , rpm

N = Number of cylinders.

π = 3.14.

R = piston radius (in meter),m.

٩-القدرة المفقودة بالاحتكاك : Friction Horsepower

وهى تساوي القدرة المفقودة في الإحتكاك داخل المحرك .

١٠-القدرة الفرملية (B.HP) Wheel or Brake horsepower:

وهى القدرة القصوى المستمدة من المحرك بواسطة عامود الكرنك وتساوي القدرة البيانية مطروحا منها القدرة المفقودة بالإحتكاك داخل المحرك .

$$BHP = IHP - FHP$$

١١- الكفاءة الميكانيكية : Mechanical efficiency

وهى النسبة بين القدرة المعطاة بواسطة المحرك أو القدرة الميكانيكية الممكن استغلالها من المحرك (أوالقدرة الخارجة) (Output power) والقدرة الحرارية المعطاة للمحرك من الوقود (أوالقدرة الداخلة (input power) .

الكفاءة الميكانيكية =

القدرة الخارجية / القدرة الداخلة × ١٠٠ = القدرة الفرملية / القدرة البيانية ×١٠٠

Mechanical Efficiency =

BHP / IHB x 100 = Output / Input x100

١٢- الكفاءة الحرارية : Thermal efficiency

وهى النسبة بين القدرة الفرملية (القدرة النافعة) الى الطاقة المخزونة فى الوقود.

$$= \frac{\text{القدرة الفرملية بالحصان} \times ٧٥ \times ٦٠ \times ٦٠ \times ١٠٠}{\text{وزن الوقود المحترق بالكجم} \times \text{القيمة الحرارية للوقود} \times ٤٢٧}$$

وتكون ٢٥% لمحركات البنزين و ٣٠%في محركات الديزل.

١٣- الكفاءة الحجمية : Volumetric efficiency

الكفاءة الحجمية للمحرك هي النسبة بين حجم الشحنة أو الهواء الداخل للمحرك فى شوط السحب الواحدة وبين الحجم الفعلى لإزاحة المكبس piston displacemenent

١٤- معدل إستهلاك الوقود:

Specific fuel consumption(S.P.C)

يمكن التعبير عن وزن الوقود المستهلك بواسطة المحرك بالكيلوجرام لكل ساعة للوقود السائل أو الصلب أو بالمتر المكعب لكل ساعة للوقود الغازي.

ولكن هناك معيارأومقنن أكثر تعبيرا عن إستهلاك الوقود وهومعدل إستهلاك الوقود حيث يعطي مقدارالوقود المستهلك بواسطة المحرك في مدة ساعة لتعطي مقدار ثابت من القدرة وهو واحد كيلو وات - ولذا فوحدات معدل إستهلاك الوقود هي كيلو جرام / كيلووات ساعة أو متر مكعب / كيلووات ساعة .

$$S.F.C = \frac{kg\ of\ fuel / hour}{I.HP\ in\ kW} = kg/kW.h$$

مثال (١) :

محرك ديزل يعطي قدرة بيانية ٣٧,٥ كيلووات باستعمال ٩كيلو جرام من الوقود والقيمة الحرارية لهذا الوقود ٤٥٠٠٠ كيلو جول / كيلوجرام فإذا كانت القدرة المفقودة في الإحتكاك ٨,٥ كيلو وات أوجد:

١- القدرة الفرملية .

٢- معدل إستهلاك الوقود علي أساس القدرة الفرملية بالكيلوجرام / كيلووات ساعة

٣- الكفاءة الميكانيكية .

٤- الكفاءة الحرارية البيانية .

الحـل:

1 -BHP = I.HP – FHP = 37.5 – 8.5 = 29 kW.

2 -Fuel consumption = 9 kg/ h.

.: Specific Fuel consumption = $\frac{9 \text{ kg}}{29}$ / kw . h

=0.31 kg / kW . h

3 -Mechanical efficiency $= \frac{BHP}{I.HP} \times 100$

$= \frac{29}{37.5} \times 100 = 77.3\%$

4 -Indicated thermal efficiency=

$= \frac{I.HP\ (watts)}{kg\ of\ fuel / sec. \times CV} \times 100$

$= \frac{37.5 \times 10^3 \times 3600}{9 \times 45 \times 100^3} \times 100$

مثال (٢)

جرار ديزل يتكون محركه من ثلاث إسطوانات ، رباعي المشاوير، قطر الأسطوانة ٨٨,٩ ، طول مشواره ١٢٧ مم ، نسبة الكبس ١٦,٥ ، قدرته الفرملية ٣٢ حصان، وسرعته ٢٠٠٠ لفة/ دقيقة . أوجد إزاحة المكبس – حجم الإزاحة – سرعة المكبس – نسبة القطر / للمشوار .

/

الحل:

Piston area = $\frac{\Pi}{4} d^2 = \frac{\Pi}{4} (8.89)^2 = 62 \text{ cm}^2$.

No of expansion strokes / min = $\frac{2000}{2} \times 3 = 6000$

Piston displacement $= A \times L$

$= 62 \times 12.7 = 787.4 \text{ cm}^3$.

Swept volume $= A \times L \times Ns$

$$= \frac{62 \times 12.7 \times 3000}{1000} = 2362 \text{ lites}$$

$$\text{Piston speed} = 2 \times L \times N$$

$$= \frac{2 \times 12.7 \times 20}{100} = 508 \text{ m/ min}$$

$$\text{Stroke – Bore ratio} = \frac{127}{88.9} = 1.43$$

مثـــــال(٣) :

محرك جرار رباعي المشاوير يتكون من أربعة إسطوانات قطر الأسطوانة ٩,٥ ، وطول المشوار ١٩ سم ، وسرعته ١٤٥٠ لفة / دقيقة، متوسط الضغط الفعال ٧ كجم/ سم٢. أوجد: القدرة البيانية – القدرة الفرملية – نسبة القطر / للمشوار مع فرض أن كفاءة المحرك الميكانيكية ٨٦,٤ % ، والمكافئ الميكانيكي الحراري ٤٢٧ كجم متر / كيلو كالورى .

الحـــل:

$$\text{Piston Area} = \frac{\pi}{4}(9.5)^2 = 71\ \text{cm}^2$$

$$\text{IHP} = \frac{Pi \times L \times A \times N \times n}{2 \times 60 \times \text{Constant}}$$

$$= \frac{7\ 19 \times 71 \times 1450 \times 4}{2 \times 60 \times 75} = 64.6\ \text{HP}$$

$$\text{Eff. mech} = \frac{\text{BHP}}{\text{IHP}} \quad \therefore \text{BHP} = \text{IHP} \times \text{Eff.mech}$$

$$64.6 \times \frac{86.6}{100} = 55.84 \text{ HP}$$

$$\text{Strok-Bore ratio} = \frac{19}{9.5} = 2$$

مثـــــال (٤):

محرك رباعي المشاوير له اربع اسطوانات ، سرعته ٢٠٠٠ لفة / دقيقة ، مساحة مقطع الأسطوانة ١٢٠ سم٢ ، طول المشوار١٥ سم والحجم عند النقطة الميتة العليا ١٠٠٠ سم٣ - أوجد نسبة الكبس ، ونوع المحرك ، عدد الدورات الحرارية التي في زمن ساعة / اسطوانة – عدد مرات فتح صمام السحب أو العادم في الدقيقة .

الحـــل:

$$S.Cr = \frac{\text{Total Volume (Vt)}}{\text{Swept Volume (vc)}}$$

Swept Volume = (vc) + displacement

a- Volume (Vt)

Swept volume = (Vs)

$$=1 + \frac{Vs}{Vc} = 1 + \frac{120 \times 15}{100}$$

.:Engine Type is Diesel .

b This engine has four cycles .

So, every cycle per 2 revs of the crankshaft..

.:No. of cycles / min ١٠٠٠= cycle / min

= 100 × 60 cycle / hr.

c.The Intel or exhaust valve will open once every cycle .

.:The valve will open 1000 time / min.

مثـــال (٥) :

احسب إستهلاك الوقود باللتر/ ساعة لمحرك ديزل قدرته الفرملية واحد حصان وكفاءته الحرارية ٣٠% والقيمة الحرارية للوقود ١٠,٠٠٠ كيلو كالوري / كجم ، كثافة الوقود ٠,٨٥ كجم / لتر.

الحـــل:

$$\text{Thermal Eff} = \frac{\text{BHP}}{\text{Fuel thermal energy}} \times 100$$

Calorific Value(C .V) = 10000 K . cal / kg.

BHP = 1 HP

Th = 0.30

Fuel density = 0.85 kg / lit .

1k / Cal =427 kg . m.

$$\frac{30}{100} = \frac{1 \times 75 \times 60 \times 60}{\text{Amount of Fuel} \times 10{,}000 \times 427}$$

Amount of fuel = 0.21 kg / hr .

Specific Fuel Consumption (S.F.C) = $\frac{0.21 \text{ kg / hr}}{0.85 \text{ kg / Lit}}$

= 0.225 Lit / hr.

تمارين

١-محرك اسطوانة واحدة قدرتها الفرملية ٣٤,٨ حصان قطرالأسطوانة ٢٠سم ،مشوار المكبس ٣٠سم ، الضغط الفعال ٣٠ كجم / سم٢، سرعة المحرك ٤٠٠ لفة / دقيقة أوجد كفاءته الميكانيكية .

٢- محرك جرارر باعي المشاوير له ٤ اسطوانات ، وسرعته ١٨٠٠ لفة / دقيقة ، قطر الاسطوانة ١٨٠مم ، والمشوار ١٣٠ مم ، أحسب قدرته بفرض أن الضغط الفعال ٦ كجم/ سم٢ ، وكفاءته الميكانيكية ٧٥ % .

٣-محرك ديزل ،رباعي المشاوير، له ٤ اسطوانات، قطرالأسطوانة ٩١,٤ سم مشوار المكبس ١٢٧ مم ، عدد اللفات ٢٣٠٠ لفة / دقيقة ، نسبة المكبس ١٧,٤ كجم أوجد سعة المحرك(حجم الإزاحة) حجم غرفة الإحتراق في نهاية شوط الضغط (حجم الخلوص) القدرة البيانية ، بفرض أن كفاءته الميكانيكية ٧٥ % .

٤- محرك ديزل رباعي المشاوير مكون من ٦ أسطوانات طول مشوار المكبس ١٥سم القوة اللازمة لدفع المكبس ٢٠٠ كجم وعدد لفات عامود الكرنك ٣٠ لفة / ثانية والكفاءة الميكانيكية ٩٠ % والكفاءة الحرارية ٣٣ % والقيمة الحرارية للوقود ٩٠٠٠ كيلو كالوري / كجم .أحسب معدل إستهلاك الوقود في اليوم (٨ ساعات تشغيل) باللتر.

٥- محرك رباعي المشاوير قطر الأسطوانة ١٢ سم وطول مشوار المكبس ١١سم والحجم عند النقطة الميتة العليا ٧٣ سم٣. وعدد لفات عامود الكرنك ١٨٠٠لفة / دقيقة . أوجد :

نسبة المكبس – حدد نوع المحرك – عدد لفات عامود الكامات.