الباب الأول

أجزاء الجرار

١ـ المحرك:ـ

يتكون المحرك من أجزاء ثابتة و أجزاء متحركة و أجزاء ضرورية للتشغيل .

١ـ الأجزاء الثابتة في المحرك: الاسطوانة ـ غطاء الاسطوانة ـ علبة الكرنك (صندوق المرفق).

٢ـ الأجزاء المتحركة في المحرك: المكبس (و به شنابر المكبس و هي شنابر الضغط و شنابر الزيت)و ذراع التوصيل و عمود الكرنك (عمود المرفق) ـ الحدافة ـ الصمامات ـ عمود الكامات.

٣ـ الأجزاء الضرورية للتشغيل : جهاز التبريد ـ جهاز الاشتعال ـ جهاز الزيت.

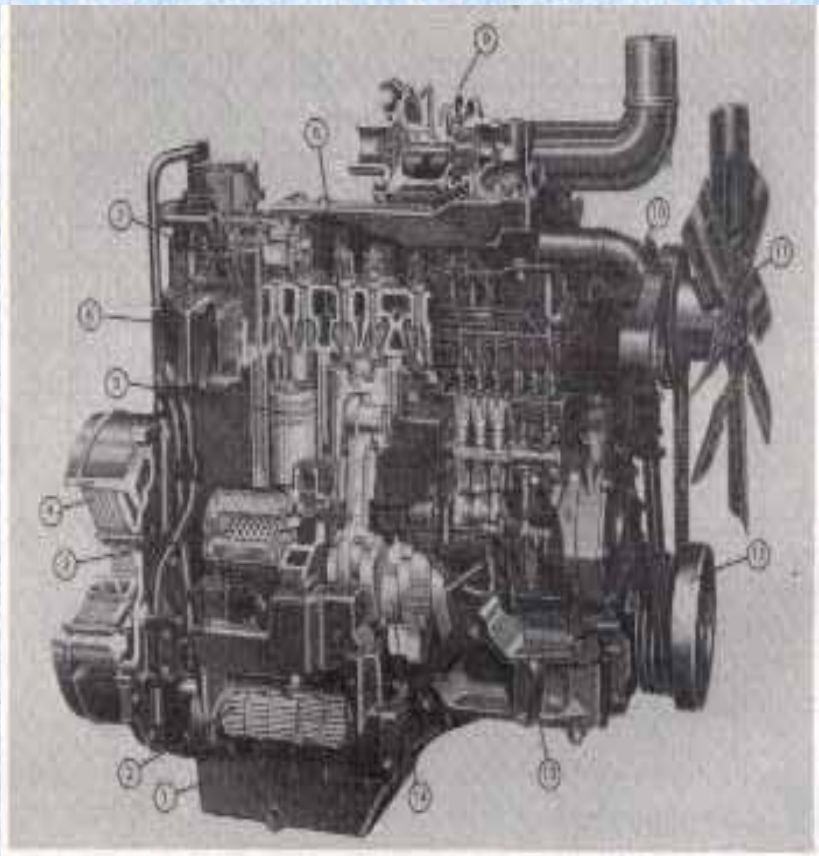
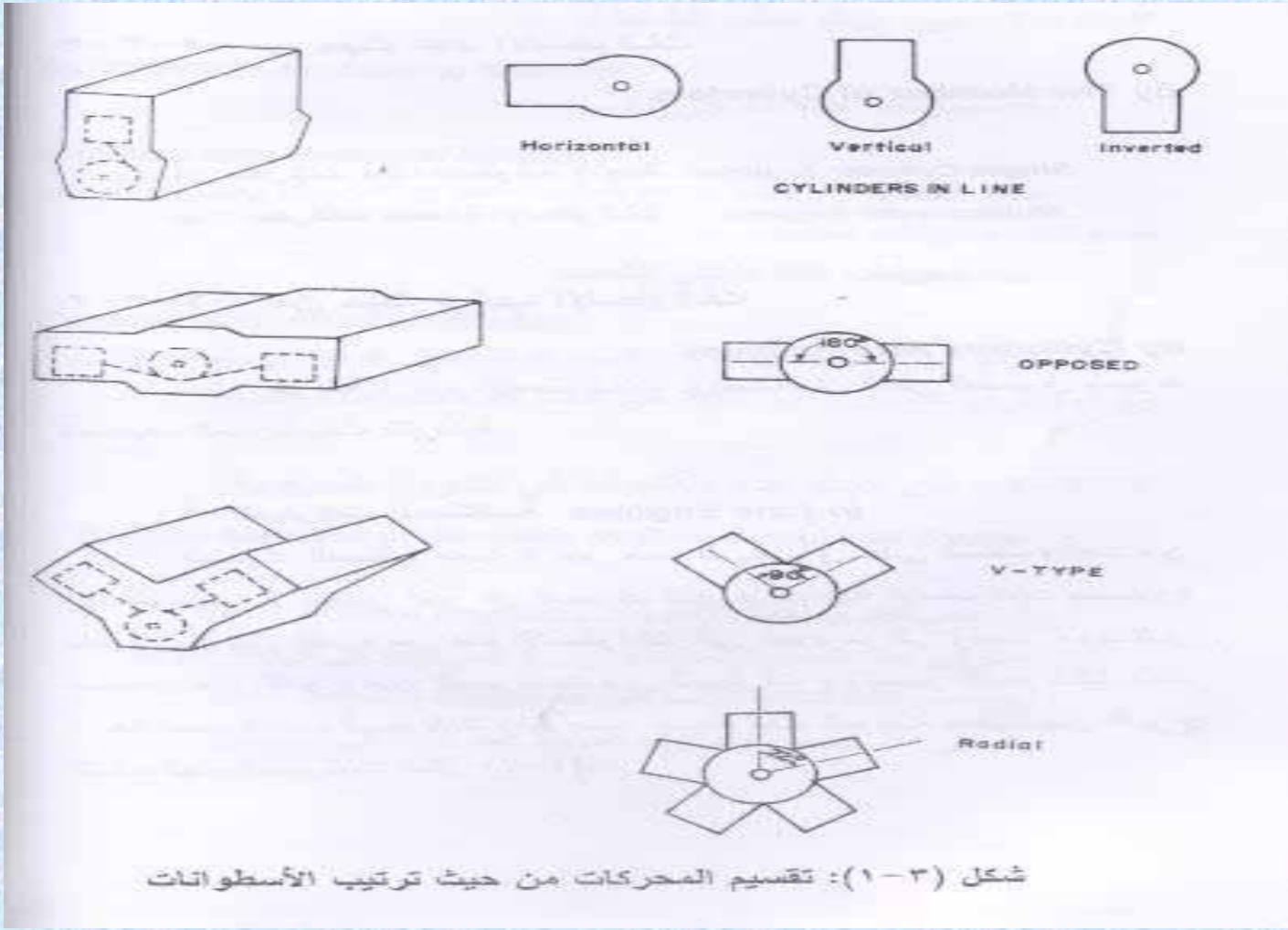


FIGURE 5.5 Six-cylinder diesel engine for large tractor. (Courtesy Deere & Co.
Key:

أولا: الأجزاء الثابتة في المحرك:

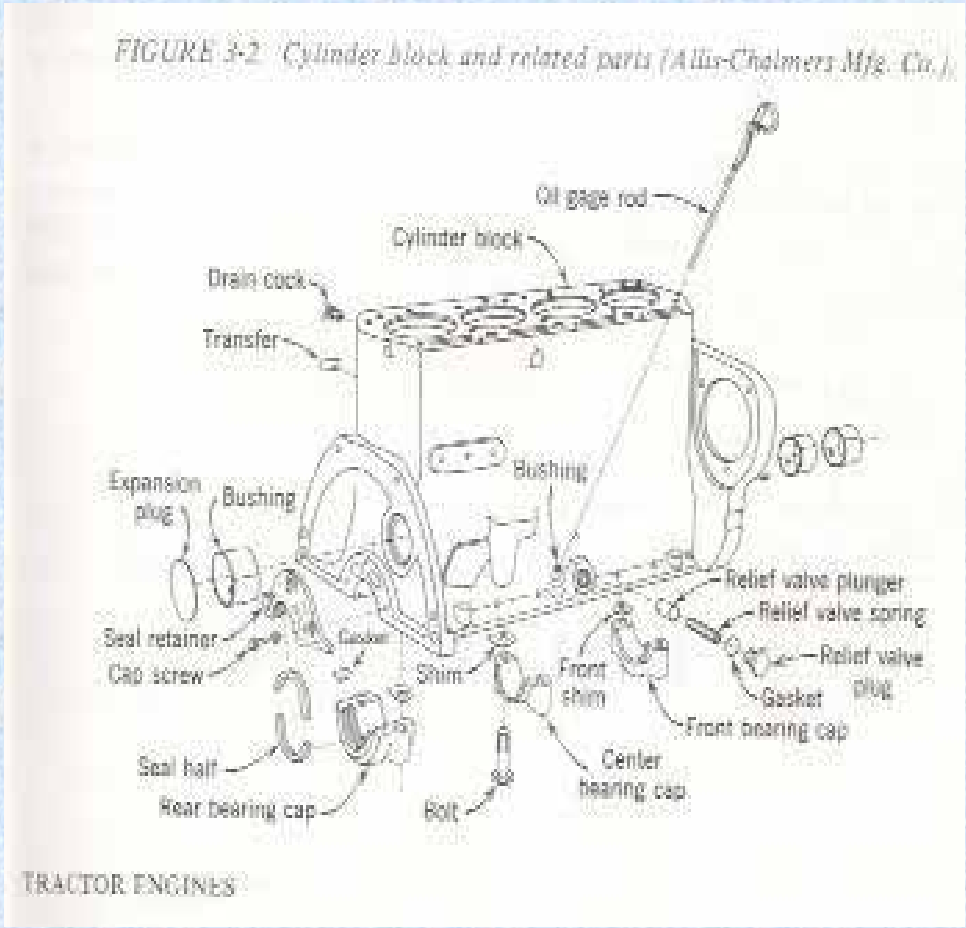
١ – الأسطوانة:

يتكون المحرك من أكثر من اسطوانة و تجمع الاسطوانات كلها في جسم واحد حيث يتكون من الحديد الزهر ليسهل الصب و التشكيل . و عادة يكون عدد الاسطوانات من ٤ أو ٦ اسطوانات و تكون محاورها رأسية و هي الشائعة لتخفيف الاهتزازات أو فد تكون أفقية أو مائلة و يوجد حول الاسطوانة قميص الماء أو ريش لزيادة السطح المعرض إذا كان التبريد بالهواء و إذا تآكلت الاسطوانة من الداخل بفعل الاحتكاكات و الضغط العالي فيلزم تغيرها إلا أن بعض الاسطوانات لها جزء داخلي و هو المعرض للضغط والاحتكاك يكون منفصلا عن الجزء الخارجي لذلك فانه يلزم تغير هذا الجزء فقط عند التآكل .



شكل (٣-١): تقسيم المحركات من حيث ترتيب الأسطوانات

٢ـرأس الاسطوانات :



و يصنع من الحديد الزهر و أحيانا من سبائك الألومنيوم و هو يتصل بكتلة من الاسطوانات بواسطة مجموعة محكمة الربط من المسامير و الصواميل و يفصل رأس الاسطوانات و كتلة الاسطوانات جوان من الورق المقوى و ذلك لإحكام غلق الاسطوانات عن بعضها و عن المحيط الخارجي و لمنع تسرب الغاز أو مياه التبريد و يوجد في رأس الاسطوانات صمامات السحب و الطرد و شمعة الاحتراق في بعض المحركات أو رشاش الوقود في محركات أخرى و هذه الصمامات تصنع من سبائك الصلب لتتحمل درجات الحرارة و الضغط العاليين .

٣- علبة الكرنك:

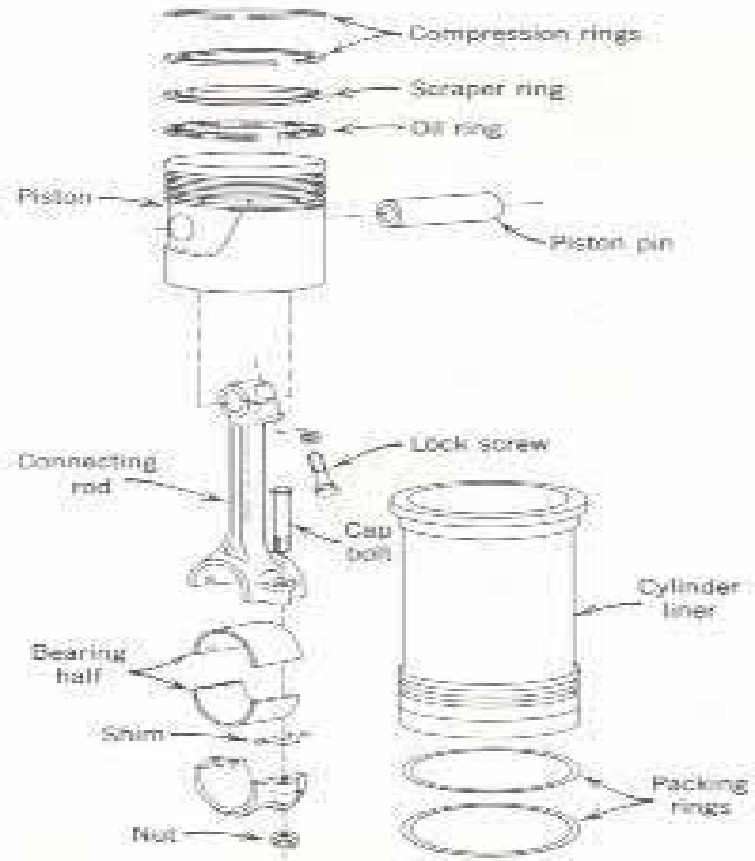
و هي الغطاء السفلى لكتلة الاسطوانات و يوجد بها كمية معينة من الزيت لتزييت أجزاء المحرك و يلاحظ أن علبة الكرنك تحيط بعمود الكرنك (عمود المرفق) .

ثانيا: الأجزاء المتحركة:

١- المكبس:

و هو عبارة عن اسطوانة من الألومنيوم (نظرا لخفة وزن الألومنيوم و جودة توصيله الحراري) مجوفة من الداخل و يقفل من الناحية العليا و ذلك لحصر غازات الاحتراق في حيز معين حدوده هي رأس الاسطوانة من الداخل و الجدران الداخلية للاسطوانة و السطح العلوي من المكبس داخل الاسطوانة فان قطره من الخارج يكون أقل قليلا من قطر الاسطوانة أم السطح الخارجي للمكبس من الجنب فتركب فيه شنابر في عدة فجوات دائرية حتى تحكم الشنابر أي فراغ بين الاسطوانة من الداخل و المكبس من الخارج و هذه الشنابر عبارة عن حلقات مستطيلة غير كاملة و هي نوعين:

FIGURE 3-4. Piston and parts, connecting rod and bearings, cylinder liner (Allis-Chalmers Mfg. Co.).



أ- شنابر الزيت:

و تقوم بكشط الزيت من على الاسطوانة في الجزء السفلى منها وهى عادة شنبر واحد أو اثنين و يمر هذا الزيت من عدة ثقوب في جدار المكبس ليعود ثانيا إلى علبة الكرنك حتى لا يكون رواسب كربونية نتيجة الاحتراق أو الحرارة العالية .

ب- شنابر الضغط:

وهى هامة جدا بحيث تقوم بمنع تسرب الغاز الناتج من احتراق الوقود فوق سطح المكبس كما أنها تمنع الاحتكاك المستمر بين المكبس و الاسطوانة و تقوم بعملية التوصيل الحراري بين المكبس الساخن جدا و جدار الاسطوانة و منه إلى مياه التبريد، و هذا و يوجد من شنابر الضغط عدد لا يزيد عن أربعة في الجزء العلوي من المكبس . و يلاحظ أن المكبس يتحرك حركة ترددية في خط مستقيم من أعلى الاسطوانة إلى أسفلها أي من أعلى نقطة ممكنة و تسمى النقطة المبيتة العليا إلى أعلى نقطة ممكنة أي النقطة المبيتة .

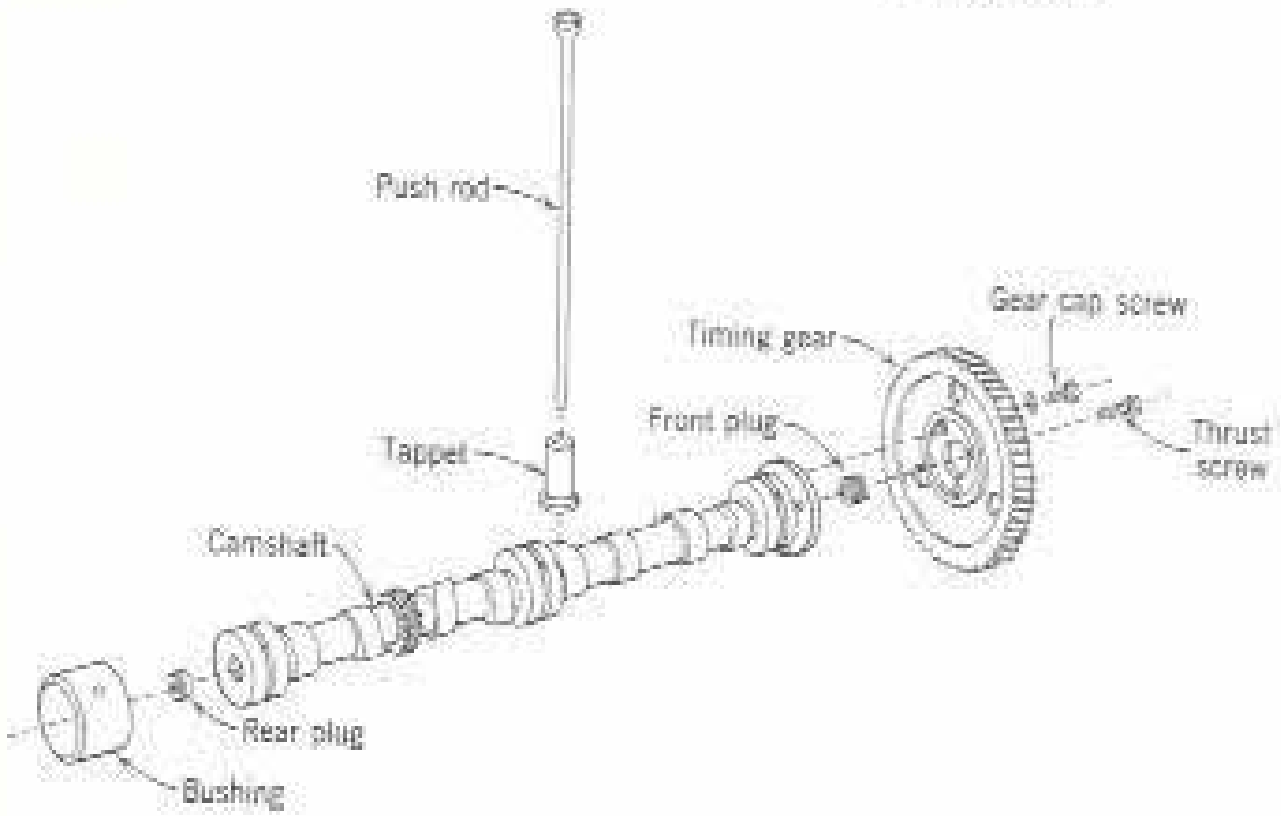
٢- زراع التوصيل:

و يصنع من مادة الصلب المطروقة و يقوم بتحويل الحركة الترددية للمكبس إلى حركة دائرية على عمود الكرنك و النهاية العليا منه تسمى النهاية الصغرى و هى التي تتصل بالمكبس بواسطة (بنز) المكبس المثبت بواسطة كلبسات أما النهاية الأخرى فتسمى النهاية الكبرى عبارة عن نصفين يركبا معا حول عمود الكرنك و يربطان معا بالمسامير هذا و تمد النهاية الصغرى بالزيت بواسطة ثقب يصل بينها و بين النهاية الكبرى.

٣-عمود الكرنك:

و هو يصنع من سبائك الصلب المعالجة بالحرارة ليكتسب متانة كبيرة و قدرة على عدم الانثناء و هو عبارة عن عمود اسطواني به عدة انثناءات على شكل حرف حسب اسطوانات المحرك و هو يدور دائريا حول محوريه و يركب على كراسي تغزى

FIGURE 3-7. Camshaft and related parts (Allis-Chalmers Mfg. Co.).



بالزيت كما أنه يقوم بتوصيل الزيت من الكراسي إلى النهاية الكبرى لذراع التوصيل بواسطة ثقوب . و عمود الكرنك و هو عمود الإدارة في المحرك الذي يقوم بتوصيل الحركة إلى جميع أجزاء الجرار فهو ينقل الحركة إلى الدبرياج للتحكم في تشغيل أو إيقاف الجرار ثم تنتقل هذه الحركة إلى صندوق التروس ثم إلى الجهاز الفرقى ثم إلى العجل حيث قدرة الجرار على الحركة و الشد .

٤ـ الحدافة:

و هى عبارة عن عجلة ثقيلة الوزن توجد في نهاية عمود الكرنك جهة وسط جسم الجرار و تدور بسرعة عمود الكرنك ووظيفتها اختزان كمية من طاقات الحركة التي تكتسبها في شوط التشغيل لتنظم بها سرعة الدوران لعمود الكرنك في باقي الأشواط (سحب – ضغط – عادم) كما أنها تقوم بتقليل الذبذبة الناتجة عن حركة المحركات خصوصا إذا كان للمحرك اسطوانة واحدة و مقدار الطاقة الميكانيكية التي تختزنها الحدافة تتناسب مع كتلتها و مربع سرعتها .

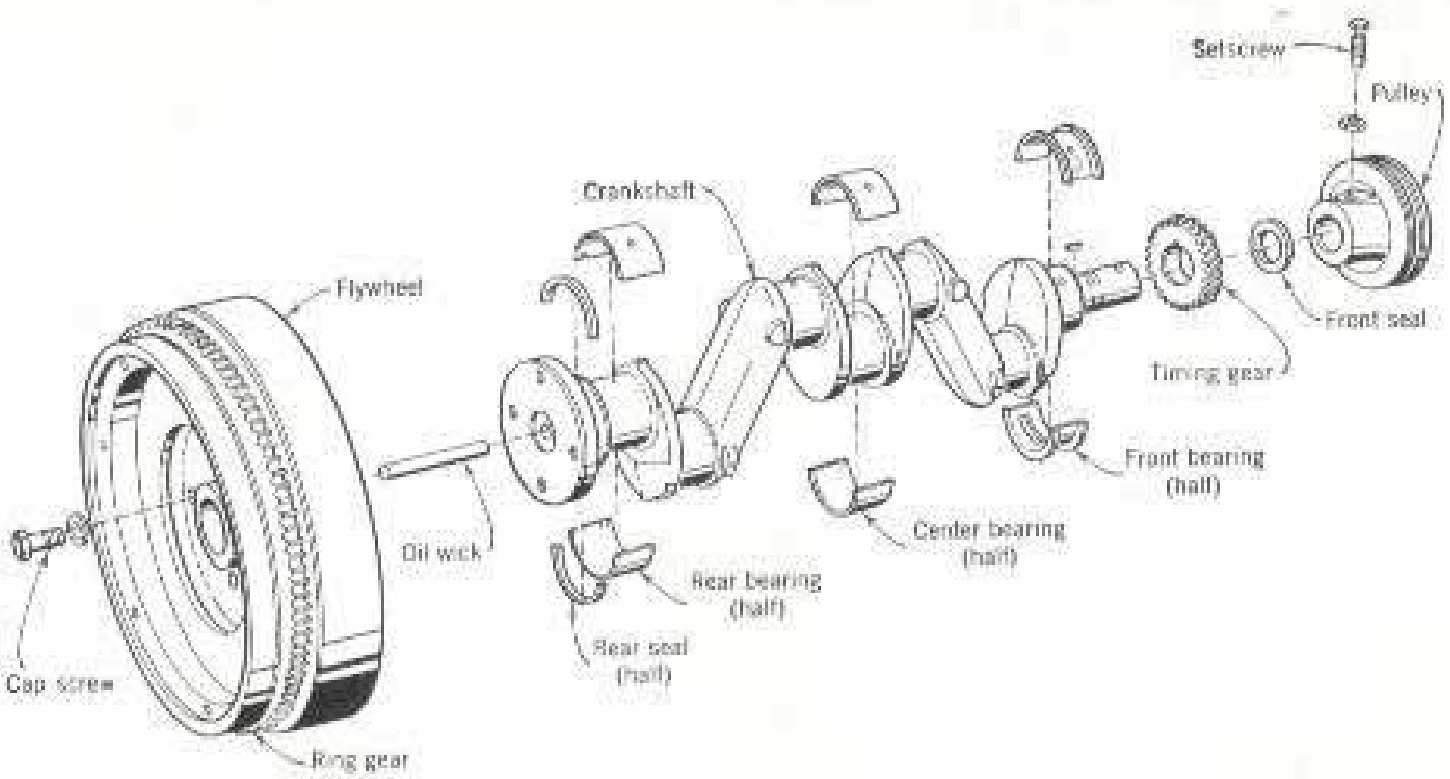


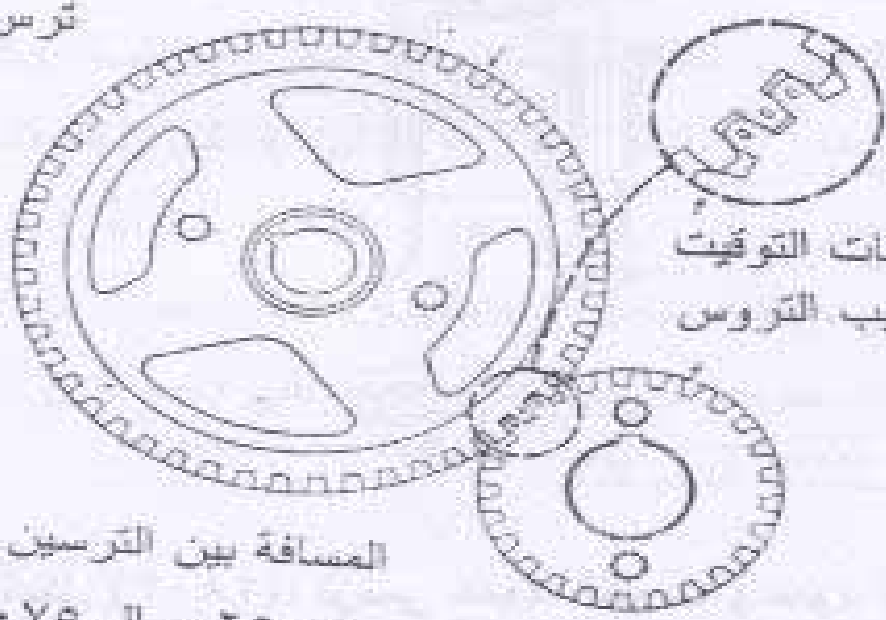
FIGURE 3-6. Crankshaft, flywheel, and related parts (Allis-Chalmers Mfg. Co.).

٥-الصمامات و تروس التوقيت:

يوجد لكل اسطوانة صمامان أحدهما لإدخال الهواء أو مخلوط الوقود و الهواء و يسمى صمام السحب أو التغذية ، و الثاني يسمى صمام العادم و هو الذي يخرج نواتج الاحتراق و تقوم مجموعة من التروس تسمى تروس التوقيت بنقل حركة عمود الكرنك الدائرية إلى الصمامات عن طريق الكامات لتتحرك حركة مستقيمة ينتج عنها فتح و قفل هذه الصمامات بتوقيت معين متناسق مع حركة المكبس حيث أنه عندما يكون المكبس في وضع معين يكون هناك وضع مقابل لعمود الكرنك يقابله وضع للصمام في حالة قفل أو فتح.

٦- عمود الكامات:

يأخذ دورانه من عمود الكرنك عن طريق تروس التوقيت و كل لفة لعمود الكامات يقابلها لفتان لعمود الكرنك في المحركات رباعية المشاور أي أن تروس التوقيت تقوم بتخفيض سرعة عمود الكرنك إلى النصف و في المحركات ثنائية المشاور فان كل لفة لعمود الكامات يفتح صمام العادم و التغذية مرة واحدة لكل اسطوانة .



شكل (٣-٢٦): علامة ضبط التوقيت على ترسى عمود الكامات وعمود الكرنك

محركات الاحتراق الداخلي

و هذه المحركات يحرق الوقود داخل الاسطوانات نفسها و يستفاد من الغازات الناتجة من عملية الاحتراق في تحويل الطاقة الحرارية الناتجة من حرق الوقود إلى طاقة ميكانيكية بالضغط على المكابس داخل الاسطوانات الى أسفل و تحويل حركتها الترددية إلى حركة دورا نية بواسطة عمود المرفق . و يقع تحت هذه المجموعة محركات البنزين و السولار و المحركات الغازية. و سوف نشرح الدورات الحرارية لهذه المحركات بشيء من التفصيل لأنها هى المحركات المستخدمة في إدارة الجرارات بعد اختفاء المحركات ذات المحركات البخارية منذ فترة طويلة.

و في أي محركات الاحتراق الداخلي يجب توفير جميع الشروط التالية:-

١- في محركات البنزين يجب أن يغذى المحرك بخليط من الوقود و الهواء بنسبة معينة محدودة.

٢- يجب ضغط الهواء الوقود قبل أو بعد إتمام عملية الخلط – في محركات البنزين يتم الخلط قبل عملية الضغط – في محركات السولار يتم ضغط الهواء قبل إضافة السولار.

٣- يجب حرق مخلوط الوقود و الهواء و أن تستغل نواتج الاحتراق من غازات في إدارة المحرك .

٤- يجب التخلص من نواتج الاحتراق بعد إتمام تمددها ووصول المكبس إلى النقطة الميتة السفلى و ذلك لإحلال شحنة جديدة من الوقود و الهواء أو الهواء فقط محل هذه الغازات و هناك طريقتين لتوفير هذه الشروط و إتمام عملية الاشتعال و تشغيل محركات الاحتراق الداخلي كما في دورة رباعية المشاور و ثنائية المشاور.

دورة رباعية المشاور:

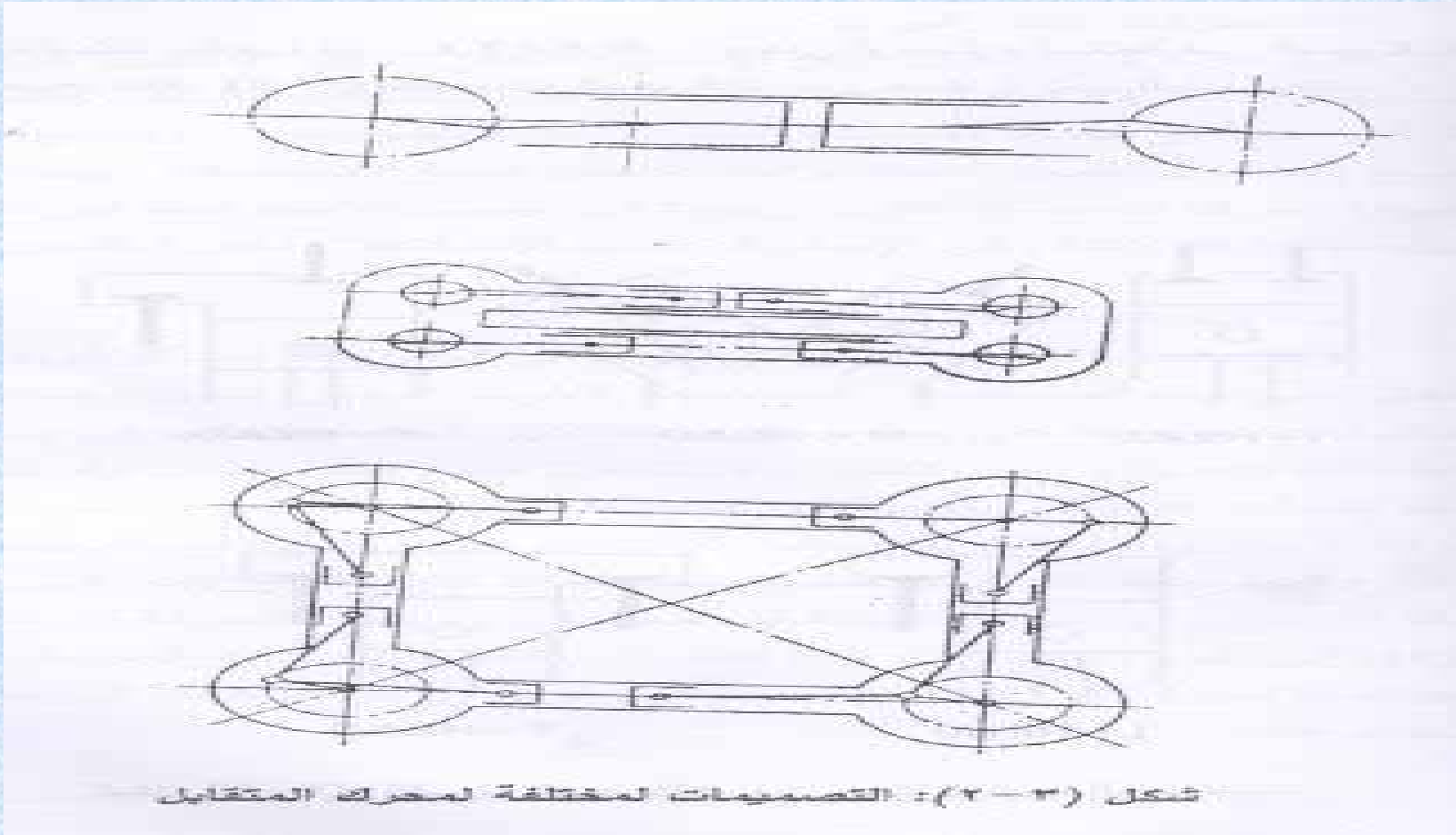
سميت هذه الدورة رباعية المشاوير ذلك لأن لإتمام دورة واحدة كاملة يجب أن يتحرك المكبس أربع مشاوير(المشوار هو المسافة الرأسية بين النقطة الميتة العليا و النقطة الميتة السفلى داخل اسطوانة المحرك) بواسطة لفتين من عمود الكرنك. في محركات البنزين و المحركات الغازية يحدث خلط الوقود و الهواء خارج اسطوانة المحرك ثم يسحب المخلوط داخل الاسطوانة حيث يكبس قبل أن يشعل بواسطة شرارة كهربية . في محركات الديزل يسحب الهواء فقط داخل الاسطوانة للمحرك و يكبس قبل أن يحقن الوقود (السولار) داخل الاسطوانة يتم إتمام عملية الضغط – و في هذه المحركات يتم الاشتعال بمجرد حقن الوقود في هذا الهواء المضغوط ذو الحرارة العالية الذي يقوم برفع درجة الحرارة إلى ما فوق درجة حرارة اشتعاله . لذا فان محركات الديزل لا تحتاج إلى شمعة احتراق أو أجهزة الاشتعال الأخرى و الأشواط الأربع لهذه الدورة هم شوط السحب – شوط الضغط – شوط الاشتعال – شوط الطرد.

١) شوط السحب (مشوار السحب):

و يبدأ هذا الشوط عندما يكون المكبس في النقطة الميتة العالية حيث يدار عمود الكرنك بواسطة الطاقة المختزنة في الحدافة أو بواسطة موتور يعطى الحركة عند بداية التشغيل و يقوم عمود الكرنك بسحب المكبس لأسفل . فنتيجة لحركة المكبس لأسفل يحدث خلخلة و انخفاض للضغط داخل الاسطوانة حيث يكون صمام العادم مقفل و صمام السحب مفتوح فيتم سحب الشحنة الجديدة . و الشحنة الجديدة هى عبارة عن مخلوط من الهواء و الوقود في محركات البنزين أو هواء فقط في محركات الديزل .

٢) شوط الضغط:

عند بداية هذا الشوط يكون كل من صمام العادم و صمام السحب مغلقين و يتحرك المكبس إلى أعلى ضاغطا الشحنة الموجودة في الخلوص أو في الفراغ الباقي داخل الاسطوانة إلى أن يتم توصيله إلى النقطة الميتة العليا . عند أو قرب نهاية شوط الضغط يتم اشتعال الشحنة إما بواسطة شحنة كهربية في محركات البنزين صادرة من شمعة الاحتراق المثبتة في رأس الاسطوانة أو بواسطة جوان الوقود في الهواء المضغوط في محركات الديزل .



شكل (٣ – ٢): التصميمات لمختلفة لمحرك المتقابل

في رأس الاسطوانة أو بواسطة حقن الوقود في الهواء المضغوط في محركات الديزل في صورة رذاذ دقيق . في كل من الطريقتين يتولد من الاشتعال طاقة حرارية هائلة ينتج عنها ارتفاع كبير في ضغط الغازات الناتجة من الاحتراق .

٣)الشوط الفعال:

في هذا الشوط تدفع الغازات الناتجة من الاشتعال المكبس إلي أسفل تحت ضغط عال بينما يظل كل من صمام العادم و السحب مقفلين.

٤)شوط الطرد:

يبدأ هذا الشوط بحركة المكبس لأعلى بعد الشوط الفعال حيث يفتح صمام الطرد و يظل صمام السحب مغلقا . و أثناء حركة المكبس الي أعلي يقوم المكبس بكسح غازات العادم أمامه طاردا لها خلال صمام أمامه استعدادا لاستقبال الشحنة الجديدة في شوط السحب التالي .

و بذلك تكون الدورة قد اكتملت و تبدأ مرة ثانية بشوط السحب الجديد متبعا نفس الخطوات السابقة. و حيث أن هناك شوطا فعالا واحد فقط من هؤلاء الأشواط الأربع – لذا فان جزء من الطاقة المتولدة تختزن في الحدافة لإدارة عمود الكرنك في الأشواط الثلاث الأخرى .

نظام التشغيل :

اسطوانات لمحركات متعددة الاسطوانات صممت بحيث تحدث الأشواط الفعالة علي التوالي و الترتيب الذي يحدث به هذه الأشواط يسمى نظام التشغيل و للحصول علي انتظام في عمل عمود الكرنك يجب أن تنظم هذه الأشواط الفعالة علي فترات متساوية كل فترة من هذه الفترات تساوى عدد من درجات دورة الاحتراق الكاملة (٢ × ٣٦٠ = ٧٢٠) درجة للمحركات ذات الأربع مشاوير مقسومة علي عدد الاسطوانات .

لمحرك رباعي الأشواط ذو ست اسطوانات هذه الفترات

=(٢× ٣٦٠) / ٦ = ١٨٠ درجة.

المحرك رباعي الأشواط ذو أربع اسطوانات هذه الفترات

=(٢ × ٣٦٠) / ١٢٠ درج

و يصمم نظام التشغيل لأي محرك بواسطة :-

١- ترتيب أو نظام الاسطوانات و الكر نكات (الانثناءات) علي عمود الكرنك ، وهذا الترتيب يحدد نظام التشغيل الممكنة .

٢- تنظيم الكامات علي عمود الكامات ، و هذا الترتيب يجب أن يتفق مع إحدى نظم التشغيل الممكنة ، و هو نظام يعمل به الكرنك بالفعل .