أجرى K. P. Mcdonnell et al. (١٩٩٥) :

في هذا البحث اختبارات معملية وحقلية على عدد محرك ديزل باستخدام زيت بذور اللفت المعالج بالماء الساخن من خلال عملية تسمى **degummed** والمخلوط مع وقود الديزل بنسب متدرجة تزداد من ١٥ % الى ٦٥ % وقد أظهرت التجارب أنه لا يوجد أى تغيير في أداء المحرك في الاختبارات المعملية بينما في الاختبارات التأكيدية فقد اتضح أن قدرة المحرك قد انخفضت

بنسبة تصل الى ٧،٦ % مع عدم التغير في استهلاك الوقود بالإضافة الى ذلك فان غازات العادم ظلت بدون تغير (الدخان ـ الهيدروكربونات ـ ثانى أكسيد الكربون ـ أول أكسيد الكربون) بينما أدت هذه الطريقة الى علاج مشكلة الانسداد والترسيبات الكربونية في المحرك .

قام Joel T.Walker (١٩٨٤):

بأجراء اختبارات لقياس أداء محرك ديزل لجرار تحت أحمال مختلفة ومعدلات سرعات مختلفة ومعدلات مختلفة من أبخرة كحولية تم حقنها للمحرك (الى الخط الرئيسى لدخول الوقود قبل التوزيع)تحت ضغط ثابت وتم تقدير القدرة والعزم واستهلاك الوقود وحساب الكفاءة الحرارية من خلال توصيل الجهاز بوحدة كمبيوتر،وأوضحت التجارب أن استخدام أبخرة الكحول في محركات الديزل أدت الى تحسين أداء المحرك تحت الظروف الخاصة.

فعند استخدام بخار الكحول فانه من الممكن تخفيض استخدام وقود الديزل بدرجة معنوية وذلك عند استخدام سرعات منخفضة كما زادت قدرة وعزم المحرك تحت ظروف سرعات عالية وتحسنت الكفاءة الحرارية عند السرعات المنخفضة وزادت أدخنة العادم عند الأحمال العالية وزاد أيضا أول اكسيد الكربون عند الأحمال العالية والخفيفة وزادت تكاليف استهلاك الوقود في جميع الحالات التى تم اضافة الكحول فيها وعلى ما يبدو فان أفضل أداء كلى حدث عند التحميل المتوسط .

ذكر M.Canakci, J. Van Gerpen (١٩٩٩) :

أن الزيوت النباتية والدهون الحيوانية يمكن تحويلها إلى بيوديزل يستخدم كوقود بديل لوقود الديزل وأن معظم البيوديزل المنتج حاليا يستخدم نوعية عالية الجودة من الزيوت النباتية ومع ذلك فهناك كميات كبيرة من الزيوت (زيت المطاعم - زيوت التشحيم -زيوت التزييت)الضائعة الممكن تحويلها إلى بيوديزل ولكن المشكلة في هذه الزيوت هي أنها تحتوى على كميات

كبيرة من الأحماض الدهنية الحرة وبين كيفية تحويل الزيوت إلى استرات

وذلك من خلال عملية كيميائية تسمى **transesterficition** وإنتاج

الاسترات بواسطة هذه العملية للزيوت النباتية مع الكحول تسمى البيوديزل.

قرر Schumacher et al. (١٩٩٨):

انه في بحث سابق له أوائل التسعينات باستخدام محركات الديزل في ايداهوو ميسوري أن محركات الديزل يمكن تغذيتها بوقود بيوديزل صافي ووقود مخلوط بيود يزل مع ديزل ووقود الديزل.وعلى أي حال فقد تم تنفيذ هذا البحث المحدود باستخدام نسب خلط منخفضة من البيوديزل والديزل العادي وهذا البحث أجرى بغرض تحديد تأثير نسبة ٢ % من البيوديزل مع الديزل العادى على اقتصاديات الوقود والعادم وتحليل زيت المحرك .

تحديد ما إذا كانت هذه الكميات قد تختلف بعد عام كامل من التشغيل و هذه الدراسة أجريت لتحديد أي مشاكل مرتبطة باستخدام نسب منخفضة من بيوديزل مخلوط مع وقود الديزل ثم تتبع هذه الدراسة بتقييم أكثر توضيحا لمكونات نظام دورة الوقود التى غالبا ما تتأثر بالبيوديزل .

وكانت نتائج هذه الدراسة إيجابية بخصوص استخدام وقود الديزل المخلوط مع ٢% بيوديزل كوقود لمحركات الديزل فكمية المعادن المتآكلة في عينة من زيت تزييت المحرك لم تختلف عن نظيرها باستخدام وقود الديزل العادي (باستخدام برنامج كمبيوتر لتحديد المعادن المتآكلة والشوائب)وكذلك انخفضت نسبة الدخان الأسود وأول أكسيد الكربون بنسب طفيفة أما بالنسبة لاقتصاديات الوقود فلم يتأثر.

وأوصى الباحث بالآتي :

١) تصميم بحث تجريبي يجب أن يكون لتقدير كمية المعادن المتآكلة الموجودة في عينات زيت المحرك المستخدم مقارنة بالمحرك الذي غذى بوقود الديزل .

٢) تصميم بحث تجريبي يجب أن يكون مستخدم لتقييم الأداء من عدة عوائل محركات و تصاميم .

٣) اختبار عادم محرك إضافي يجب أن يقود إلى محركات مختلفة لتقدير هل المستويات الأقل للدخان الأسود وأول أكسيد الكربون اللذان قد لوحظا يمكن أن

يعمما على كل أنواع محركات الديزل.

٤) اقتصاد الوقود يجب أن يراقب خلال كل الاختبارات .

أجري ندا و آخرون ٢٠٠٢ :

أعلى قدرة للمحرك الاختبار علي محرك أربعة سيلندر مع وقود الديزل ومقارنة استخدامه بعد خلطة مع زيت عباد الشمس وزيت فول الصويا وزيت الذرة وزيت بذرة القطن بنسب خاط ٢٠ و ٤٠ و ٦٠ و ٨٠ % من الديزل.

* تم قياس العزم وسرعة الدوران لعمود الإدارة الخلفي واستهلاك الوقود ودرجة حرارة العادم وحساب الكفاءة الحرارية وكفاءة الاحتراق والكربون الناتج من عادم الجرار لتقييم ومقارنة استخدام الأنواع المختلفة من الزيوت بنسب خلطها المختلفة مع الديزل بوقود الديزل.

*أوضحت النتائج أن خلط الديزل بالزيوت النباتية أعطي نواتج عادم أقل خطرا على البيئة بينما قلت قدرة المحرك حوالي ٣ ، ٤ ، ٤ ، ٢ كيلووات

مع كل من زيت عباد الشمس وزيت فول الصويا وزيت الذرة وزيت بذرة القطن علي الترتيب مقارنة بالسولار عند نسبة ٢٠ % زيت الي ٨٠ % ديزل.

*مع الديزل ٤٧،٨٢ كيلووات أعطت نسبة كربون من عادم المحرك ١٨٨ ملليجرام/ متر مكعب بينما كانت أعلي قدرة للمحرك مع نسبة ٢٠ % زيت بذرة القطن إلى ٨٠ % ديزل ٤٥،٥٤ كيلووات ونسبة كربون من عادم المحرك ٤٧ ملليجرام/ متر مكعب تساوي استهلاك الوقود تقريبا في جميع الحالات.

عوامل خاصة بالمحرك ========

ذكر العشري(١٩٩٩)

أنه يعد أداء المحرك مؤشرا لدرجة نجاح المحرك في تحويل الطاقة الكيماوية المخزونة في الوقود إلي شغل ميكانيكي مفيد .وهناك قياسات أساسية يجب القيام بها لتقييم أداء أي محرك وهي السرعة الدورانية والقدرة الفرملية و القدرة البيانية والقدرة المفقودة في الاحتكاك ومعدل استهلاك الوقود وكذا استهلاك الهواء واختبارات الاتزان الحراري للمحرك واختبارات تحليل غاز العادم وقد يكون هناك بعض القياسات الأخرى الضرورية وذلك حسب الغرض من اختبار أداء المحرك،

ويعتبر قياس القدرة الفرملية من أكثر القياسات أهمية عند قياس أداء أي محرك ويتضمن قياس القدرة الفرملية إيجاد العزم والسرعة الزاوية لعمود الكرنك ويستخدم لذلك جهاز يعرف بالديناموميتر وأيضا تعتبر عملية قياس استهلاك الوقود مهمة جدا في اختبار أداء أي محرك ويبدو من الوهلة الأولى أن قياسها بصورة دقيقة عملية بسيطة و سهلة، و لكنها في الواقع غير ذلك

بسبب ارتفاع درجة حرارة المحرك مما يكون فقاقيع داخل خط الوقود فيزيد من حجمه و أيضا لرجوع جزء من الوقود بعد عملية القياس إلى خزان الوقود مرة أخرى عن طريق ماسورة الفاقد .

درس فايد (١٩٩٥) :

مدى إمكانية توفير جهاز تقليل استهلاك الوقود للوقود وذلك باستخدام جرافة يابانية الصنع ماركة ميتسوبيشى شيول ذات محرك ديزل .

وقد استنتج أنه عند تركيب الجهاز تم الآتى بالنسبة لحالتى التشغيل :-

عند التشغيل بدون حمل :

ليس هناك أي وفر في استهلاك الوقود نتيجة تركيب الجهاز كما قد يزداد استهلاك الوقود في بعض الأحيان وخاصة في فترة العشرون ساعة الأولى من التشغيل كما أنه ليس هناك أي استقرار في معدلات استهلاك الوقود.

عند التشغيل تحت حمل:

يتزايد معدل استهلاك الوقود عقب تركيب الجهاز ثم يأخذ في النقصان بعد ذلك حتى يصل لمعد له العادي قبل تركيب الجهاز بعد حوالي **25** ساعة

تشغيل ثم يتناقص حتى يصل لمرحلة استقرار بعد حوالي 60 ساعة تشغيل محققا نسبة وفر تصل إلى 15 % وعلى ذلك فان الجهاز يحقق وفر في استهلاك الوقود يصل إلي 15 % بعد الوصول لمرحلة الاستقرار وذلك لمعدلات استهلاك الوقود العالية التشغيل تحت حمل بينما لا يحقق الجهاز أي وفر بل قد يزيد معدل استهلاك الوقود وذلك لمعدلات استهلاك الوقود المنخفضة .

الشحن المفرط SUPER CHAGINGR

مقدمة؛

تعتمد قدرة المحرك على كمية الهواء ا لمسحوبة في وحدة الزمن.

يمكن زيادة كمية الهواء المسحوبة في وحدة الزمن بزيادة سرعة المحرك أو زيادة كثافة الهواء عند الدخول كما أن زيادة سرعة المحرك تتطلب زيادة صلابة وشدة المحرك بسبب زيادة عزم الأحمال.

الشحن المفرط :

هي عملية زيادة كثافة الهواء عند الدخول وتستخدم هذه العملية لزيادة القدرة الخارجة للمحرك ٠

يمكن زيادة القدرة الخارجة للمحرك بزيادة كفاءته الحرارية عن طريق زيادة نسبة الإنضغاط وزيادة نسبة الإنضغاط يصاحبها زيادة في الحد الأقصى لضغط الاسطوانة ٠

أما في حالة المحرك ذي الشحن المفرط فان معدل الزيادة في الحد الأقصي لضغط الاسطوانة أقل من معدل الزيادة في متوسط الضغط

الفعال ، هذا يعنى انه عند قيمة معينة للحد الأقصى لضغط الاسطوانة يمكن الحصول على قدرة اكبر باستخدام الشحن المفرط بالمقارنة بالقدرة الخارجة عن طريق زيادة نسبة الإنضغاط والحمل الحراري اقل في حالة الشحن المفرط ٠

أهداف الشحن المفرط :Object of Supercharging

١) الغرض الرئيسي زيادة نسبة الهواء المسحوبة في وحدة الزمن مما يؤدى لحرق كمية اكبر من الوقود وبالتالي زيادة القدرة الخارجة للمحرك٠

مما يؤدى لحرق كمية أكبر من الوقود وبالتالى زيادة القدرة الخارجة من المحرك.

٢) يمكن زيادة قدرة المحرك باستخدام الشحن المفرط عند قيم معينة لوزن وحجم المحرك وهى ضرورية في الطائرات والسفن ٠

٣) يستخدم للتعويض عن خسارة القدرة عند الارتفاعات ٠

٤) يستخدم للحصول على قدرة اكبر.

**الدورة الديناميكية في الحرارية لشحن المفرط:

الشكل (١-١) يمثل دورة اوتو المثالية لمحرك شحن مفرط.

p1 ضغط الشحن المفرط ، P5 ضغط العادم .

المساحة (8-6-7-0-1-8) يمثل الشكل المنجز بواسطة الشحن المفرط لغرض تجهيز الهواء عند ضغط مقداره p1 .

والمساحة (1-4-3-2-1) تمثل ناتج المحرك(١-١)

،والمساحة (0-7-6-1-0) تمثل المكسب في الشغل نتيجة التبادل الغازي للشحن.

والمساحة(1-8-6-1) تمثل الخسارة في الشغل لا يمكن استغلاله ،

وبالتالي تنخفض الكفاءة الحرارية المثالية لمحرك الشحن بزيادة ضغط الشحن المفرط.

الشكل (٢-١) يمثل محرك الشحن المفرط ومحرك السحب الطبيعي.

&&ملاحظات &&

** زيادة الضغط في الدورة التي تحتوى على شحن مفرط .

** حلقة الضخ في محرك الشحن المفرط موجبة وليست سالبة .

ولإيجاد محصلة القدرة البيانية (ip) :

يتم إضافة حلقة الضخ بدلا من طرحها المساحة(12341)

imep=عدد النابض×(1567)+المساحة

- طول المخطط البيانى

سبب الكسب فى ناتج المحرك ذي الشحن المفرط يعود الي زيادة كمية الهواء المسحوبة بنفس الحجم المكتسح ، كما ان هناك كمية إضافية من الهواء يتم سحبها نتيجة لانضغاط الحجم المتبقي إلى ضغط أعلى.

* قدرة الشحن المفرط *SUPER CHARGING POWER

حساب القدرة اللازمة لإدارة معزز الشحن من خلا ل عملية جريان الهواء

Q كمية الحرارة المفقودة

وبكتابة المعادلة:

$$(E1+P1V1)+W=(E2+P2\ V2\ )+Q$$

إذا اقترضنا إن كمية الحرارة المفقودة = صفر

$$W = (E2+ P2V 2)- (E1+ P1V1)$$

$$h2-h1= CP (T2 – T1)$$

$$T2 – T1 = T1 \{ \qquad \}$$

T2 درجة الحرارة في معزز الشحن في نهاية عملية الإنضغاط

adiabatic efficiency كفاءة الكظم الحراري لمعزز الشحن

$CP (T2 – T1)$ الشغل المنجز من الهواء

ma كمية الهواء المجهزة إلى معزز الشحن

الشحن المفرط في محركات الاشتعال بالشرارة

Super charging of Spark-Ignition Engines

يقتصر استخدام الشحن المفرط في محركات الاشتعال بالشرارة على محركات الطائرات ومحركات سيارات السباق لأن زيادة ضغط الشحن المفرط يؤدى لزيادة الميل نحو الطقطقة.

ويزيد من درجة حرارة الدخول للمحرك مما يؤدى لتقليل تأخير الاشتعال وزيادة اللهب مما يؤدى لظاهرة الطقطقة ولذلك تستخدم نسب انضغاط أقل .

*ان زيادة سرعة اللهب تجعل محرك البنزين أكثر حساسية لنسبة الوقود – الهواء وبذلك لايمكن للمحرك العمل باستخدام مزيج ضعيف ولذلك تستخدم الأمزجة الغنية للسيطرة على الطرق مما يؤدى لزيادة استهلاك الوقود النوعي للمحرك ٠

*فى الشكل (١٤-) يمكن السيطرة على الطقطقة في محركات الشحن المفرط العالي عن طريق تبريد الشحنة قبل تغذيتها للمحرك ٠

الشحن المفرط فى محركات الاشتعال بالانضغاط

SUPERCHARGING OF C_L ENGINES

* تقل مشاكل الاحتراق فى محركات الاشتعال بالانضغاط كثيرا عن الشرر بل يحسن من عملية الاحتراق. زيادة درجة حرارة وضغط الهواء يقللان من تأثير الاشتعال وبالتالى زيادة معدل الضغط مما يزيد من انتظام الاحتراق مما يؤدى الى عدم حساسية المحرك لنوع الوقود المستخدم.

*يمكن استخدام نسب وقود –هواء أوطأ في محركات الشحن المفرط وأن الزيادة فى جريان الوقود أقل بالمقارنة بالهواء مما يؤدى للتقليل من درجة

حرارة المحرك وبالتالي تقليل الدخان الصادر من المحرك ٠

*انخفاض نسبة وقود – هواء تؤدى إلى زيادة نسبة التمدد مما يؤدى لانخفاض درجة حرارة العادم مما يزيد من عمر صمامات العادم ٠

*ان عملية الشحن المفرط تؤدى لزيادة تحمل المحرك بسبب انتظام عملية الاحتراق وانخفاض درجات حرارة العادم ، تعتمد عملية الشحن المفرط على مقدار الحمل الحراري والميكانيكي وعلى تصميم المحرك .

*** تأثير الشحن المفرط على أداء المحركات :

Effect of super charging on performance of engine

القدرة الخارجة من محرك الشحن المفرط بالمقارنة مع قدرة المحرك وذلك بسبب :

- &ازدياد كمية الهواء المسحوبة فى الدورة الواحدة تحجم معين ٠
- & تحسن الكفاءة الميكانيكية ٠
- & استعادة جزء من الشغل المنجز على معزز الشحن خلال عملية التبادل الغازى ٠
- & يؤدى لتقليل حرارة العادم مما يؤدي لتحسين الكفاءة الحجمية ٠

*يفضل استخدام الشحن المفرط فى محركات الديزل عنها فى البنزين مما يؤدى الى استهلاك أفضل للوقود.

الشكل (٥-١) يوضح تأثير نسبة الشحن على القدرة الخارجة والكفاءة الكلية الكفاءة الميكانيكية ؛ ضغط الشحن المفرط يؤدى لزيادة حمل الغاز مما يزيد مساحة التحميل وزيادة ثقل المكونات ٠

*الكفاءة الميكانيكية للشحن المفرط أفضل من المحرك العادي ٠

استهـــــلاك الوقـــــــود :

تتغير القدرة لإدارة معزز الشحن بتغير الأنظمة المختلفة المتبعة في عملية الشحن المفرط فإذا تمت إدارة المعزز بصورة مباشرة بواسطة المحرك فان جزء من القدرة الناتجة تستخدم في إدارة المعزز ،وعند الأحمال الجزئية لا تتم الاستفادة بصورة كلية من الإنضغاط في معزز الشحن مما يعنى زيادة الخسائر مما يؤدى لزيادة استهلاك الوقود النوعي .

استهلاك الوقود النوعي في محركات الاشتعال بالانضغاط اقل بالمقارنة مع المحركات ذات السحب الطبيعي لأن عملية الاحتراق أفضل مع زيادة الكفاءة الميكانيكية ٠

يفضل المعززات التي تدار باستخدام العادم لأنها لا تحتاج لأى قدرة واستخدام العادم يزيد من الكفاءة الحرارية عند الحمل الكامل بمقدار ٥ % مما يزيد من تحسن استهلاك الوقود ،

الشكل (٦-١) يوضح مقارنة بين استهلاك الوقود لمعززات مختلفة ٠

*** حـــدود الشـحـن المفــرط Super charging limits

تمدد القدرة الخارجة من المحرك بالطقطقة فى محركات الاشتعال بالشرر ومقدار الأحمال الحرارية والميكانيكية في محركات الديزل ٠وقد يصل أحد المحددات قبل الآخر حسب نوع المحرك ، تصميم الهيكل ، منظومة التبريد

** حدود الشحن فى محركات الاشتعال بالشرر ؛

& الطقطقة هي المحدد الرئيسي لدرجة الشحن المفرط في محركات الاشتعال بالشرر ، الزيادة في الضغط ودرجة الحرارة يقلل من تأخير

الاشتعال مما يعني ميل المحرك نحو الطقطقة.

& & محدد الطقطقة يعتمد على: نوع الوقود ، نسبة الخلط ، تقديم الشرر،الخصائص التصميمية للمحرك من أهمها توقيت الصمام ،منظومة التبريد .

حيث يكون هناك وقود حساس للزيادة في درجة الحرارة وأخر يكون حساس للزيادة في الضغط ٠

الشكل (٧- ١) خاص بأعلى نسب انضغاط مفيدة لأنواع مختلفة من الوقود .

الشكل (٨-١) خاص بمتوسط الضغط الفعال لأنواع مختلفة من الوقود عند درجات حرارة دخول مختلفة.

أنواع الوقود التي لها نفس العدد الأوكتانى تختلف في استجابتها للشحن المفرط ، ففي أنواع الوقود الكحولية تنخفض الطقطقة عندما يكون المزيج غني بسبب تأثير التبريد الناتج من الحرارة الكامنة العالية لهذه الأنواع من الوقود والعكس في أنواع الوقود الهيدروكربونية .

تتحدد الطقطقة في محرك الاشتعال بالشرر بتوقيت الاشتعال والحمل الحراري للمحرك فيجب تأخير الاشتعال عندما تكون درجة حرارة وضغط الدخول عالية ، ويجب استخدام معزز شحن تحت ضغط يتراوح بين (٣ر١)إلي (٥ر١) بار وهذا يقابل حوالي٣٠: ٥٠ % شحن مفرط ٠

*** حـدود الشحــن المفـرط فـــي محركـــات الاشتعـال بالانضغـاط

Super charging limits of C 0L engines 0

عكس محركات الاشتعال بالشرر أي زيادة في الضغط او درجة الحرارة يقلل من تأخير الاشتعال وبالتالي اشتعال المحرك بانتظام ٠

يتحدد الشحن المفرط بالحمل الحراري إذا كانت درجة حرارة المكبس عالية والاسطوانة أيضا يؤدي ذلك إلي تمزق البطانة وتلف حلقات المكبس ٠

يوضح الشكل (٩-١) تأثير ضغط الشحن المفرط علي ضغط الإنضغاط وضغط الاشتعال ٠

يزداد الحمل علي كراسي التحميل نتيجة لزيادة الضغط داخل الاسطوانة إذا كانت الحد الأقصي للضغط داخل الاسطوانة ٨٥ بار مما يؤدي لتحديد ضغط الشحن (٢) ضغط جو بنسبة انضغاط ١: ١٥ في حالة استخدام كراسي من النحاس -- الرصاص ٠

* زيادة الضغط داخل الاسطوانة يقلل من عمر المحرك .

*اذا زاد ضغط الدخول عن (٥ر٢) ضغط جو فلابد من وجود محرك ومنظومة تبريد جيدة ٠

التعديـــــلات علـــي المحـرك لغـرض الشحـن المفــرط :

Modifications of an Engine for Super charging

يمكن زيادة القدرة الخارجة لمحرك السحب العادي عن طريق الشحن المفرط عن طريق تعديلات في :

*زيادة فترة تراكب الصمام حتى يسمح بالاكتساح الكامل لحجم الخلوص، وزيادة حجم الخلوص عن طريق تقليل نسبة الانضغاط ٠

أما محرك الديزل فلابد من تعديل منظومة الضخ بحيث تصبح قادرة علي ضخ أكبر كمية من الوقود أما محرك الشحن التوربيني لابد من فتح صمام العادم بصورة مبكرة حني يستطيع تجهيز طاقة اكثر للشاحن التوربيني مع عزل مشعب العادم للمحرك لتقليل الخسائر الحرارية .

***** طرائق الشحن المفرط Methods of Super charging**

يمكن تشغيل معزز الشحن عن طريق المحرك بواسطة التروس أو باستخدام توربين يدار بواسطة العادم لغرض تشغيل الضاغطة .

الشكل (١٠-١) يمثل الأنواع الرئيسية للمنظومات المستخدمة في الشحن المفرط :

*يمثل الشكل (a)(1-10) يستخدم جزء القدرة الخارجة للمحرك في إدارة الضاغطة من ربط الضاغطة مع المحرك بواسطة تروس تصاعدية ٠

*ويمثل الشكل (b) كيفية الاستفادة من طاقة عادم المحرك لإدارة توربين يرتبط بضاغطة مع عدم استخدام أي قدرة من المحرك ٠

الشكل (c) يرتبط المحرك والتوربين والضاغطة مع بعضهما من خلال تروس فإذا كان ناتج التوربين غير كافي لإدارة الضاغطة وخاصة في الأحمال الخفيفة عندئذ يقوم المحرك بتجهيز قدرة اضافية ، أما اذا كانت القدرة الناتجة من التوربين أكثر مما تحتاجه الضاغطة لضغط الهواء عندئذ يمكن تغذية فائض القدرة الي المحرك.

في الشكل (d) في هذه المنظومة يتم تجهيز القدرة الكلية للمحرك الي الضاغطة بينما تقوم غازات العادم الخارجة من المحرك بإدارة توربين الذي يقوم بتجهيز القدرة الخارجة وتسمي هذه الوحدات بالمكبس الحر.فهناك مشكلة في هذا التصميم هناك علاقة طردية بين الكفاءة الحرارية ونسبة الضغط المعزز الذي يقل عند الاحمال الجزئية عندما تكون قيمة الأحمال أقل من 25 % أو يمكن استخدام ضاغطة تداربواسطة مصدر خارجي ٠

*** **معــززات الشحـــــن** Super chargers 0

توجد انواع مختلفة منها الضاغطات الترددية والدوارة ذات الازاحة الموجبة ومنفاخ روتس وضاغطة الطرد المركزي والشاحن التوربيني :

الضاغطة الترددية ؛ نادرا ما تستخدم الا في بعض المنشات الثابتة ويعتمد حجمها علي حجم الهواء المراد تجهيزه للمحرك مما يجعلها كبيرة وثقيلة ولو انها تمكننا من الحصول علي نسبة انضغاط عالية مما يزيد من وزنها ٠

منفاخ ذو الريشات ؛

شاحن يحتوي علي ريشات وهو من النوع الدوار ذو الازاحة الموجبة ، يحتوي علي جزء دوار يدور داخل غلاف اسطواني كبير و يحتوي الجزء الدوار علي أربعة أخاديد ، وهو يتصل مع الغلاف علي الأقل في نقطة واحدة طول الوقت ، ويثبت محور الجزء الدوار في صورة لامركزية

داخل الغلاف الاسطواني ، والشفرات تنزلق بصورة عمودية داخل وخارج الأخاديد وعندما تتحرك الشفرات للخارج يتم سحب الهواء الي داخل الحيز الموجود بين الشفرات ٠ تتم عملية تصريف الهواء بالقرب من الجانب الذي يحتوي علي فتحة التفريغ في معزز الشحن وذلك عندما يقل حجم الحيز الموجود بين الشفرات ٠

ومن عيوبه :

١) بسبب وجود الريشات فعملية الجريان تكون متقطعة وذات ضوضاء.

٢) السرعة محدودة نتيجة للحركة العمودية للريشات ونادرا ما يتم استخدامه هذه الأيام ٠

منفاخ روتس : عبارة عن فصين اسطوانيين يدوران في اتجاهين عكس بعضهما داخل تغليف مشتك يحتويهما معا ٠ يتداخل الهواء في الحيز الموجود بين الصفين الدوارين ويتم تصريفه من خلال فتحة التصريف .

لا يحدث أي انضغاط اثناء العملية الموضحة ب (1-0) في الشكل(1- 12) b

إذ لا يحدث الإنضغاط الااذا كانت فتحات التصريف مفتوحة ويرتفع الضغط

لحظيا الي (١-٢)عندما تفتح فتحة التفريغ ٠

يحدث جريان عكسي للهواء من الخارج للداخل وبذلك تحتاج لشغل أكبر

لغرض ضغط الهواء والشغل الإضافي اللازم ممثل في المساحة المظللة ،

وهذا الشغل يقلل من كفاءة المنفاخ وهناك تسريب للهواءبين الأجزاء الدوارة

وغلاف المنفاخ مما يسبب حدوث ضوضاء وفي الوقت الحاضر يستخدم ثلاث أجزاء دوارة ذات شكل حلزوني وبذلك تقل الضوضاء ،وتجهيز الهواء بشكل متقطع يقل ايضا ٠

ويعمل المنفاخ بسرعة تعادل (٥ر١ * سرعة المحرك)٠

ومن مميزاته : ملائم & رخص ثمنه & بساطته & كفاءته الميكانيكية & الأجزاء الدوارة لا تحتاج لتزييت &ملائم للمحركات ذات السرعة الواطئة والمتوسطة مع انخفاض الكفاءة الحجمية بسرعة بزيادة نسبة الانضغاط ٠

ضاغط الطـــــرد المركزي:

يتكون من كما في الشكل (١٣- ١):

دفعة مروحية يدور داخل تغليف مغلق يدخل الهواء إلي الضاغطة من خلال بطيخة المروحة بصورة مروحية ثم ينحرف بزاوية (٩٠) نتيجة للريشات العمودية فيكتسب الهواء سرعة عالية فيمر من راس الريشات إلي ناشرة وموزع حيث يزداد الضغط ويجهز الهواء إلي المحرك ٠

يعمل ضاغط الطرد المركزي بسرعة عالية (١٠٫٠٠٠-١٥٫٠٠٠) دورة /دقيقة بالنسبة للمحركات ذات السرعة البطيئة،

أما المحركات ذات السرعة العالية سرعة الضاغط تتراوح مابين (١٥٫٠٠٠-٣٠٫٠٠٠) .

يمتاز هذا الضاغط :

١) بساطته.

٢)صغر حجمه.

٣) رخص ثمنه.

٤)كفاءته الجيدة في مدي نسب الضغط التي تتراوح ما بين ٥ر١ : ٣.

٥)محدودية مدي السرعة لضاغطات الطرد المركزي يجعلها ملاءمة للمحركات ذات السرعة الثابتة مثل محركات الطائرات .

٦)يمكن أن يدار بالعادم وهو الأكثر شيوعا ٠

ومن عيوبه: حدوث موجة عارمة وحدوث نقصان في الجريان يؤدي لتقليل كفاءة الضاغطة ويقلل من نسبة الضغط وبالتالي حدوث انخفاض في جريان الهواء مما يسبب عدم استقرارية تجهيز الهواء ٠

*** الشـــاحنـات التـوربينيـة Turbo chargers

عبارة عن ضاغطات طرد مركزي تدار بواسطة توربين تعمل علي غاز العادم ولذلك لا يعد الشاحن التوربيني محرك قدرة ٠

** الشحـــن التـوربينـي : منظومة بوجي Turbo chargers

وضع المهندس السويسري الدكتور" بوجي " تصميم لشحن التوربيني:

ان ٣٨:٢٧ % من مجموع الحرارة الداخلة للمحرك تذهب مع العادم أما النسبة المئوية المضبوطة للحرارة التي تخرج من العادم تعتمد علي نوع المحرك وظروف التشغيل.

يمكن استخدام جزء من الحرارة الخارجة من العادم لتشغيل توربين غازي الذي يقوم بتدوير ضاغطة تعمل علي تجهيز هواء أكثر للمحرك مما يؤدي إلي تحسين الكفاءة الحرارية واستهلاك الوقود ٠

تتم عملية الحصول علي الطاقة نتيجة لتصريف غازات العادم والتي تهرب من اسطوانة المحرك بسرعة عالية والتي يستفاد منها في إدارة توربين غازي يرتبط مع ضاغطة طرد مركزي مما يتم تجهيز الهواء للمحرك .

أن عمل الشاحن التوربيني لا يعتمد علي المحرك حيث الاتصال الوحيد بينهما عبارة عن أنبوب عادم بسيط ٠

لكي يتم تجهيز الشاحن التوربيني بطاقة كلية لابد أن تكون فتحة صمام العادم قبل النقطة الميتة السفلي أكثر بالمقارنة مع فتحة صمام العادم بالنسبة لمحركات السحب الاعتيادي،وبذلك يسمح لخروج غازات العادم تحت ضغط ودرجة حرارة عاليين مما يعطي الشاحن التوربيني طاقة كافية لتدوير الضاغطة ٠

*الشكل (١-٢) يمثل الطاقة الإضافية المتوفرة (المساحة ADE)عندما يكون التمدد نحو الضغط الجوي.

*الشكل (٢-٢) جزء الضغط الواطىء للمخطط (P_V)لمحرك شحن توربيني يالاضافة إلي مخطط (P_V) لمحرك يقوم بتدوير معزز الشحن ٠

* يمثل الخط (5-4) التمدد الايزونتروبي للتوربين ٠
هذا الخط اعلي بالمقارنة مع خط معزز الشحن الذي يدار بصورة ميكانيكية وذلك لان الضغط عند مدخل التوربين يكون أعلي بسبب فعل الضاغط الناتج

من السرعة العالية لغازات العادم للمحرك.

*تتناسب القدرة التي يولدها الشاحن التوربيني مع المساحة (4-8-7-5-4).

*القدرة اللازمة للضاغط تتناسب مع المساحة (8-7-1-2-8).

*تتناسب محصلة القدرة الخارجة مع المساحة (1-5-4-2-1) التي تكون أكثر من محصلة القدرة الخارجة لمحرك يحتوي علي معزز شحن ميكانيكي والممثلة بالمساحة (1-6-4-2-1).

*** طـرق الشـحن التـوربينــي Methods of Turbo charging

يمثل الشكل (٣-٢) والجدول (١-١) يمثل الطرق المستخدمة في الشحن التوربيني لمحركات الديزل الرباعية والثنائية الشوط ٠

في محرك رباعي الشوط يستخدم شاحن توربيني فقط لتجهيز الهواء أما محرك الثنائي الشوط يستخدم اضافات أخري مع الشاحن التوربيني ٠

أنواع الطرق :

التشغيل النبضي، التشغيل تحت ضغط ثابت ،عاكس النبضة ٠وقبل الشحن يجب ترتيب أنابيب مشعب العادم .تحدث عملية الاكتساح خلال فترة تراكب الصمام التي يبقي فيها كل من صمام الدخول وصمام العادم مفتوحا ، وهذا يتطلب ان يكون هناك فرق محدد في الضغط بين ضغط شحن الهواء وضغط ارتداد المحرك(ضغط مشعب العادم).

المحركات التي تحتوي علي أكثر من ثلاث اسطوانات لابد وان يكون لها أكثر من توربين أوأن يكون التوربين يحتوي علي أكثر من منفذ ٠

التوربينات التي تداربالعادم تحتوي علي منافذ عددها (١-٤) لأنه لا يمكن لأكثر من ثلاث اسطوانات متعاقبة في الشغل من ان تطرح عادمها في مشعب مشترك ، ولأن الفترة المحصورة بين خروج العادم بصورة متعاقبة داخل انبوب مفرد في محرك شحن توربيني رباعي الشوط أقل من (٢٤٠) المرفق مما يؤدي الي حدوث تداخل مع عملية الاكتساح .

*الجدول (٢-١) يوضح عدد انابيب العادم اللازمة للمحركات اعتمادا علي عدد الاسطوانات ٠

*يمثل الشكل(٤- ٢) ضغط العادم لمحرك ديزل رباعي الشوط وترتيب الاشتعال (٢-٤-٣-١) يحتوي على مشعبى عادم ،حيث يتم تفريغ عادم الاسطوانات ١،٤ في احد المشعبين بينما يتم تفريغ عادم الاسطوانتين ٢،٣في المشعب الاخر ٠

*من الشكل نلاحظ ان ضغط الهواء خلا ل فترة تراكب الصمام دائما يكون اكثر من ضغط العادم ،مما يعني عدم تأثره بتذبذب ضغط العادم خلال الدورة.

*اذا تم تصريف عادم الاسطوانات الاربعة في مشعب عادم مشترك فان ذلك يؤدي الي حدوث تداخل بين تذبذب الضغط وعملية الاكتساح ٠

* وان الضغط فى مشعب العادم سوف يكون اكثر من ضغط شحن الهواء فى الاسطوانة رقم ٣ مما يؤدى الى عدم حدوث الاكتساح بصورة صحيحة٠ فيجب ترتيب أنابيب العادم ، فيمكن الحصول علي شحن نبض جيد عنده

تكون هناك ثلاث نبضات بينها مسافات متساوية ناتجة عن ثلاث اسطوانات لهما مشعب عادم مشترك ٠

*والمحرك الذي يحتوي علي أربعة اسطوانات تحتاج لمشعبي عادم،

*والمحرك الذي يحتوي علي ثمانية اسطوانات يحتاج لأربعة مشعبات عادم ٠

*أما المحرك الذي يحتوي علي خمسة اسطوانات تحتاج الي ثلاث مشعبات عادم.

*يوضح الشكل (٥-٢) ترتيبات العادم المستخدمة في المحركات الرباعية الشوط المستقيمة التي تستخدم شاحن توربيني نبضى ٠

*يمثل الشكل (٦-٢) مشعب عادم نموذجي لمحرك نوع (V) رباعي الشوط يستخدم شاحن توربيني نبضي ٠

الشحـــن التـــوربينـــي تحـــت ضغـــط ثابـــت

Constant Pressure Of Super Turbo Charging

يتم تصريف عادم الاسطوانات المختلفة إلي مشعب مشترك تحت ضغط اعلي من الضغط الجوي ، وتحدث عملية العادم لجميع الاسطوانات في صمامات العادم (بدون إنجاز أي شغل) تحت ضغط ثابت ،وذلك في تمدد الغازات مشعب العادم حيث تمر من خلال المشعب إلي التوربين ، وبذلك تتحول طاقة التصريف التي تكون علي شكل طاقة داخلية إلي شغل في التوربين ٠

استعادة طاقة التصريف تكون اعلي إذا كانت نسبة ضغط التوربين عالية ، تبقي غازات العادم تحت ضغط ثابت خلال طول الدورة ولذلك يمكن استخدام توربين ذو تفاعل نقي ٠

*** مزايا اشحن التوربيني* تحت ضغط ثابت :**

١)عندما تكون نسب الضغط للضاغطة والتوربين عالية فان عملية استعادة طاقة العادم تكون ذات كفاءة عالية واستهلاك الوقود أفضل بالمقارنة بالشحن التوربيني النبضي ٠

٢)يعمل التوربين بكفاءة نتيجة لثبات الضغط ودرجة الحرارة عندما يكون عدد الاسطوانات قابل القسمة علي (٣) ونسبة ضغط التوربين تساوي(١:٣) أوأكثر يعمل فان التوربين بالطاقة الكاملة .

٣) بساطة أنابيب العادم بالنسبة للمحرك متعدد الاسطوانات والمفرد وبذلك يمكن استخدام توربين مفرد ذو كفاءة عالية .

٤)لا تحدد موجات الضغط في أنابيب العادم من سرعة المحرك.

** مساوىء الشحن التوربينى تحت ضغط ثابت :

١)لابد إن يكون الهواء في مشعب العادم ثابت لتجنب أي تأثير في عملية التفريغ والاكتساح للاسطوانات مما يتطلب أنابيب عادم ذات قطر كبير مما يعني زيادة إبعاد المحرك ٠

٢) استجابة هذا لتغيرات الحمل ضعيفة حيث تتم عملية التعجيل بصورة بطيئة جدا عندما يزداد الحمل بصورة مفاجئة ، فعند الأحمال العالية فان الطاقة المتوفرة لتعجيل التوربين تكون علي شكل زيادة في الضغط أمام

التوربين ، وتتناسب زيادة الضغط مع كمية الهواء الخارجة من الضاغطة التي بدورها تعتمد علي التوربين ٠

لذلك فليس هناك سوي كمية قليلة من الطاقة المتوفرة " بسبب ارتفاع درجة حرارة العادم " يمكن استخدامها لتعجيل المحرك عند الأحمال العالية ٠

٣)للحصول علي كفاءة عالية لابد أن ينخفض الضغط علي التوربين انخفاض عال وذلك خلال عملية الاكتساح ، وهذا يزيد من صعوبة عملية الاكتساح ٠

٤) تنخفض كفاءة التوربين عند الحمل الجزئي بسبب الإدخال إلى التوربين "partial admission to the turbine"

٥)يستخدم الشاحن رباعي الاشواط تحت الضغط الثابت لجميع الاحمال ، أما المحرك الثنائي الاشواط لابد من وجود وسائل اضافية لمساعدة الشاحن التوربيني لتجهيز الهواء الي المحرك ٠

٦) يعتبر الشحن التوربيني تحت ضغط ثابت ملائم جدا للمحركات التي تحتاج درجة حرارة عالية من الشحن التوربيني والتي لا تحتاج إلي تعجيل وتشغيل متقطع بالأحمال الجزئية ٠

***** الشحن التوربيني النبضي " pulse turbo charging"**

يتحول جزء من طاقة التصريف الي نبضات من العادم حال فتح صمامات العادم وتمر هذه النبضات خلال انابيب العادم الضيقة سالكة أقصر الطرق إلي التوربين حيث يتم الاستفادة من الطاقة ٠

ويتم استعادة جزء كبير من الطاقة وفي نهاية عملية التفريغ للعادم ينخفض الضغط داخل أنبوب العادم إلي قيمة أقل من ضغط الاكتساح ،ونتيجة لضغط شحنة الهواء تصبح عملية الاكتساح سهلة جدا ٠

تستخدم أنابيب تفريغ منفصلة لغرض تجنب حدوث تداخل في عملية التفريغ للاسطوانات المختلفة،ويستخدم أنبوب مشترك للاسطوانات التي لا يوجد بينها تراكب ملحوظ في دورات التفريغ من ناحية الوقت حيث يحتوي التوربين علي مداخل منفصلة ومنفث لكل أنبوب تفريغ ٠

يختلف معدل تفريغ الغاز باختلاف مدخل التوربين كما أنه يتغير مع مرور الوقت .

& إذا كانت المسافة التى تقطعها النبضات للوصول الي التوربين طويلة

فان ذلك يؤدى الى اختلاف معدل تفريغ الغاز باختلاف مدخل التوربين كما انه يتغير مع الوقت.

*****مـــزايا الشحـــن النبضـــى :**

١) فيما عدا المحركات ذات الشحن المفرط العالي فان المحركات التي تحتوي علي اسطوانة أو اسطوانتين لكل مدخل توربيني فان استعادة طاقة التصريف للعادم ذات كفاءة جدا ٠

٢) إمكانية الحصول علي تعجيل سريع للشاحن التوربيني لسرعة أعلي في حالة تحميل المحرك بصورة مفاجئة بسبب الطاقة الكبيرة للتصريف الاضافية التي من الممكن تغذيتها للتوربين بدون تأخير وذلك بمساعدة نبضات الضغط ٠

٣)يمكن الحصول علي اكتساح أفضل عند الاحمال الواطئة بسبب انخفاض الضغط في أنابيب التفريغ ٠

*** مساوئ الشحن التوربيني النبضي :

١) عندما تكون نسبة الضغط للتوربين عالية فان استعادة الطاقة تكون ضعيفة ،حيث تحدث خسائر عالية في الخنق علي الصمامات بسبب الضغوط الواطئة جدا في أنابيب التفريغ ٠

٢)اذا كان عدد الاسطوانات كبير يؤدي ذلك الي تعقيد ترتيب أنبوب الخول والتفريغ ٠

٣) في حالة وجود اسطوانة واحدة أو اسطوانتين لكل مدخل توربينى فان

كفاءة التوربين تكون ضعيفة بسبب وجود اختلاف واسع في حالة الغاز قبل المنفث بالإضافة لتغيير حالة الغاز مع الوقت .

٤) إذا كانت المسافة التي تقطعها النبضات للوصول إلي التوربين طويلة فإن ذلك يؤدي الى اضطراب عملية الاكتساح لذلك فإن سرعة المحرك أو طول الأنبوب محدد وخصوصاً في حالة وجود اسطوانة واحدة أو اسطوانتين لكل أنبوب تفريغ.

٥)يستخدم الشحن النبضي في التوربينات ذات نسب الضغط الواطئة وكذلك عند ربط ثلاث أو أربع اسطوانات بأنبوب تفريغ مشترك .

***مجموعة حقن الوقود فى المحركات البنزينية :

تستعمل مجموعات حقن البنزين في بعض محركات السيارات المكونة من مضخة حقن وحاقن(رشاش) بدلا من المبخر .

في مجموعات حقن البنزين يدخل الهواء فقط مجمع السحب ، اذ باقتراب الهواء من صمامات السحب تحقن الحواقن البنزين علي شكل رذاذ في الهواء.

انظر شكل (١-٣).

، ويكون الفرق الجوهري بين مجموعات الوقود الكربوراتيورية ،
ومجموعة حقن البنزين هو في نقطة دخول البنزين الي تيار الهواء ٠
ففي المجموعة الكاربوراتورية يدخل البنزين في الهواء في (الكربراتير)
بينما في مجموعة حقن البنزين يدخل البنزين في الهواء داخل مجمع السحب ٠

*** مبدأ مجموعة حقن البنزين :

يتم حقن البنزين في مجمع السحب الشكلين (٢- ٣ ، ٣-٣) حيث يحقن البنزين في الهواء المقترب من فتحة السحب ويكون حقن البنزين مستمر في مجمع السحب .

وتختلف كمية البنزين المحقون علي شكل باختلاف سرعة المحرك ومتطلبات القدرة ٠

وتتصف مجموعة حقن البنزين المستمر ببساطتها ورخص ثمنها فهي لا تحتاج لمجموعة تحكم لتغيير لحظة الحقن بتغير شروط عمل المحرك ٠

شكـــــل (٣ – ٣)

*** مزايا مجموعة حقن البنزين :

١)التخلص من العديد من مشاكل مجمع السحب والتوزيع والتبخر التي تقابلنا في مجموعات الوقود الكاربوراتورية ٠

فمن المشاكل الرئيسية لمجموعة الوقود الكاربوراتورية مشكلة الحصول علي نفس المزيج من البنزين والهواء في كل اسطوانة من اسطوانات المحرك ، فسبيكة مجمع السحب عبارة عن ممرات وفتحات ذات أطوال واتساعات مختلفة ، فمن الصعب تصميم المجموعة بحيث يمكن لاسطوانات المحرك استقبال نفس درجة الغني لمزيج البنزين والهواء ٠

٢) يتدفق الهواء بكل سهولة في الممرات والزوايا في مجمع السحب أما البنزين فهو أثقل في الكثافة فلا يمكنه التحرك بسهولة خلال الاكواع والزوايا ولذلك تستمر بعض جزيئات البنزين في الحركة حتى نهاية مجمع السحب حيث تتجمع هناك وهذا يؤدي لإغناء المزيج الذاهب الي الاسطوانة الموجودة في النهاية كما في الشكل (٤- ٣) .

٣)ان الاسطوانة الأقرب الي المبخر (الكاربوراتور)تحصل علي أفقر مزيج ، فيجب أن يكون المزيج الخارج من الكاربوراتور غني بشكل كاف لمراعاة هذا الاختلاف وتوريد مزيج غني لاسطوانات المحرك الموجودة في الوسط والا فان الاحتراق لن يتم في هذه الاسطوانات ،وهذا يعني أن الاسطوانتين الموجودة في النهايتين ستحصل علي مزيج أغني مما يلزم ليتم الاحتراق و بالتالي ينشأ عن ذلك كميات زائدة من غازي CO&HC في غازات الإفلات.

أما في الشكل (٥-٣) فتوضح مجموعة حقن بنزين تغلبت بسهولة علي تلك المشكلة.

تم وضع حاقن بنزين معير قرب صمام السحب لكل اسطوانة ،ففي اللحظة المناسبة يقوم الحاقن تحت تأثير الضغط فيه يحقن البنزين بشكل مستمر وبكميات متساوية في كميات أيضا متساوية من الهواء الداخل لكل اسطوانة ، ونتيجة لذلك تحصل اسطوانة من اسطوانات المحرك علي نفس الكمية من مزيج الهواء والبنزين ذات درجات غني متساوية ، مما يساعد علي تخفيض كميات غازات CO & HC في غازان الافلات.

**** من المميـــزات الأخـــرى :**

٤)أنها تساعد علي تصميم فعال لمجمع السحب حيث يمكن تصميم مجمع السحب لتدفق الهواء فقط وبدون البنزين كما أن الخانق وليس ضروري كاربوراتورمما يخفض ارتفاع غطاء محرك السيارة ٠

وفي مجموعة حقن البنزين ليس من الضروري الحرارة الإضافية اللازمة لمزيج الهواء والبنزين خلال فترة الاجماد أي لا لزوم لصمام التحكم بالحرارة للمجمع ،إذ إن استجابة الخانق تكون أسرع لأن البنزين دائما وفي كل الأوقات تحت ضغط معين في الحاقن ، وكل ما يلزم هو فتح الحاقن الذي يحقن البنزين مباشرة .