مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (3) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (3) 2011

دراسة تأثير العوامل الاستثمارية على التلوث الناتج عن عمل محركات الديزل

الدكتور موسى المحمد*

(تاريخ الإيداع 4 / 4 / 2011. قُبِل للنشر في 16/ 5 / 2011)

□ ملخّص □

إن زيادة استخدام محركات الديزل على وسائل النقل وتشديد القيود الموضوعة على تلوث البيئة يستدعي البحث في طرق تخفيف التلوث الناتج عن عمل تلك المحركات. يستعرض هذا البحث ومن خلال تجارب أجريت على محركات الديزل تأثير العوامل الاستثمارية في التلوث الناتج عن محركات الديزل ومنها السرعة ، الحمولة ، الحالة الفنية للمحرك وعوامل الوسط المحيط. وقد دلت نتائج التجارب على أنه توجد علاقة معقدة بين ظروف عمل المحرك وتشكل المركبات الملوثة في غازات الاحتراق مما يتطلب تزويد محركات الديزل بأنظمة تحكم أوتوماتيكية توفر إمكانية التحكم الدقيق بعمليات حقن الوقود وشحن الهواء والتبادل الغازي وتدوير غازات العادم إضافة إلى ضرورة المراقبة والحفاظ الدائم على الأوضاع العيارية المثالية الموصى بها للمحركات من قبل الشركات الصانعة .

الكلمات المفتاحية: محرك ديزل، التلوث، العوامل الاستثمارية، أنظمة عمل مستقرة، غير مستقرة، حمولة سرعة.

* أستاذ مساعد – قسم المعدات والآليات – كلية الهندسة التقنية – جامعة تشرين– سورية.

مجلة جامعة تشرين للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (33) العدد (3) 2011
Tishreen University Journal for Research and Scientific Studies - Engineering Sciences Series Vol. (33) No. (3) 2011

Study About The Exploitation Parameters Effect on The Pollution Policed By The Diesel Engines Work

Dr. Mosa Al mohamed*

(Received 4 / 4 / 2011. Accepted 16 / 5 / 2011)

□ ABSTRACT □

The increase use of the diesel engines and the hard conditions of the transportation regulation on the environmental pollution, need some Kind of research to decrease the pollution percentage produced by Those engines. This work gives some experiments on the work of Those engines and its effects on the pollution function produced by if, such as speed, Loads, technical states of it and the environmental media.

We proved that there is a complex-relation between the engines-work-condition And the pollution formation products by the engines gases. This requires the use of special automatic control systems for accurate fuel injections and supercharge . This allows a gas exchange and exhaust gases-recirculation, and gives use an optimal and standard conditions of the engines use.

Key words: diesel engine, pollution, parameter Exploitation steady and unsteady work systems, speed, loads.

***Associate Professor, Department equipment and machinery, Faculty of Technical Engineering, Tishreen University, Tartus, Syria.**

مقدمة:

يغلب في الوقت الحاضر أكثر فأكثر استخدام محركات الديزل على وسائل النقل، ليس فقط على الشاحنات والباصات متوسطة وعالية الحمولة تلك التي جرت العادة تزويدها بهذه المحركات، وإنما على السيارات الخفيفة والشاحنات الصغيرة قليلة الحمولة. وفقاً لمعطيات شركة بيركينس Perkins البريطانية فإنه يزود حوالي 53 % من السيارات المنتجة حديثاً في فرنسا بمحركات ديزل وتبلغ تلك النسبة في ألمانيا 20 % كما أن الإحصائيات التي أجرتها شركة بيجو الفرنسية بيّنت أن 62 % من الراغبين في اقتناء سيارات جديدة يفضلون سيارات ذات محركات ديزل، وفي أوروبا وبشكل عام تبلغ تلك النسبة حوالي 30 % . زد على ذلك فإنه في عام 1970 بلغت نسبة مبيعات الشركة الأوروبية لسيارات ذات محركات ديزل 1.3 % من حجم مبيعاتها وارتفعت هذه النسبة لتبلغ 20 % في عام 1993 ثم لتصل في وقتنا الحاضر إلى أكثر من 30 % والملحوظ أنه في المستقبل القريب سيزداد بشكل كبير عدد وسائل النقل المزودة بمحركات ديزل، ويعود ذلك ليس فقط كون محركات الديزل تعمل على وقود أرخص نسبياً، وإنما وكقاعدة عامة لاقتصاديتها العالية وقلة تلويثها للبيئة مقارنة بمحركات البنزين. غير أن محركات الديزل قد لا تحقق في كل الأحيان القيود الشديدة الموضوعة حديثاً على التلوث، لذلك فإن دراسة سبل ووسائل تحسين المميزات البيئية لعمل محركات الديزل يحظى بأهمية بالغة في وقتنا الحاضر. تأخذ الدراسات في هذا المجال توجهين: أولهما تحسين تصاميم المحركات وتوجيه دورة عملها بطريقة بحيث تمنع تشكل وتركيز المركبات الملوثة في الغازات الناتجة عن الاحتراق، وثانيهما معالجة وتحييد المركبات الملوثة الناتجة والخارجة مع غازات العادم في مجمعات الإفلات لمحرك الديزل. غير أن الطريقة الثانية قد لا تحقق تخفيف التلوث إلى تلك الحدود الصارمة والمطلوبة، لذلك فإنه يجري الجمع بين كلا الاتجاهين مع استخدام أنظمة التحكم والتعيير الأوتوماتيكي لتوجيه عملية تحضير الشحنة واحتراقها .

يعتبر تحسين عملية حقن الوقود وتوجيهها بما يتناسب مع ظروف عمل المحرك من أبسط الوسائل وأكثرها فعالية في التأثير في دورة عمله، كما تؤثر الخصائص التصميمية لنظام حقن الوقود بشكل كبير في مدى تلويث غازات العادم [1]. لذلك فإنه ومن أجل الحصول على فعالية أكبر عند تخفيف التلوث الناتج عن غازات الاحتراق ينبغي تزويد مجموعة الحقن بنظام توجيه يتحكم بكمية الوقود المحقونة في الدورة وبداية حقنها كما ينبغي تحقيق خواص الحقن اللازمة (قانون الحقن) وضغط الحقن (قانون تغير الضغط في مذرر الحاقن) وغيرها من مميزات عمل مجموعة حقن الوقود. زد على ذلك فإن توجيه عملية تزويد المحرك بالهواء وتحسين عملية التبادل الغازي وتدوير غازات العادم وغيرها من الطرق التي تُحسِّن المميزات البيئية لعمل المحرك بشكل عام [2] .

أهمية البحث وأهدافه:

تعتبر عملية اختيار القوانين المثلى للتحكم من أصعب المسائل عند تصميم نظام التوجيه الأتوماتيكي والسبب هو العلاقة المعقدة بين المميزات الاقتصادية والمميزات البيئية لعمل المحرك على وسائل النقل، ليس فقط في ظروف العمل المستقرة عند سرعة دوران وحمولة محددتين، وإنما في حالات العمل غير المستقرة وتغيّر الظروف الاستثمارية لعمل المحرك. وهكذا فإنه ومن أجل تطوير محركات ديزل تستجيب في مميزاتها الاقتصادية والبيئية للقيود الموضوعة على تلويث غازات العادم في أكثر الدول الصناعية المتقدمة ينبغي اتخاذ تدابير تخفيف التلوث في اتجاهات ثلاثة: أولها تطوير تصميم المحركات، وثانيها اعتبار العوامل الاستثمارية، أما ثالثها فهو استخدام أنواع جديدة من الوقود

البديل لها. لذلك فإنه وضمن هذا النطاق تكمن أهمية البحث في دراسة تأثير العوامل الاستثمارية في التلوث الناتج عن عمل محركات الديزل واقتراح الظروف المثلى لعملها واستثمارها من أجل تقليل إصداراتها من الغازات الملوثة الضارة.

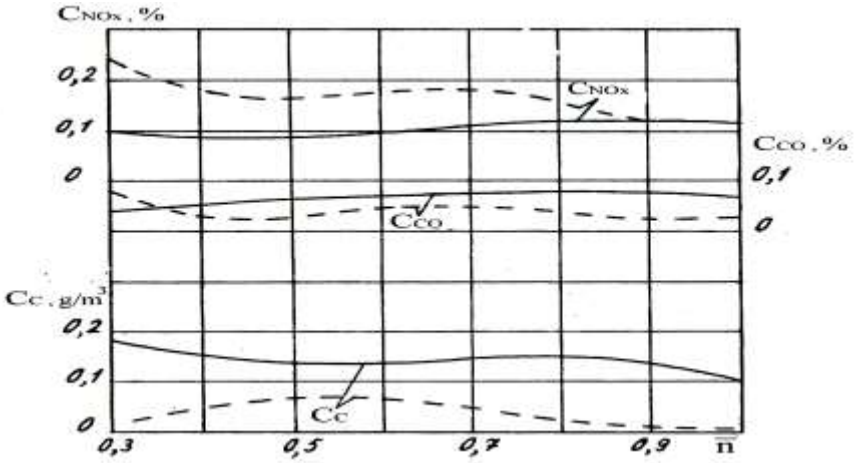
طرائق البحث ومواده:

تم جزء من هذا البحث بإجراء دراسة تحليلية لنتائج تجارب أجريت على محركات الديزل (أربع أسطوانات بدون شحن قسري وست أسطوانات مع شحن قسري) والمستخدمة في الشاحنات والباصات وكذلك باختبار المحرك (أربع أسطوانات بدون شحن قسري) والمستخدم على الجرارات. أما الجزء الآخر من البحث فقد تمّ بالمراقبة والاستقصاء عن وضع المحركات المستخدمة وحالتها الفنية، حيث توفر منصات الاختبار الحديثة المزودة بكل الوسائل والأجهزة اللازمة إمكانية إجراء الاختبارات ومماثلة ظروف استثمار المحركات لدراسة تأثير العوامل المختلفة في عملها والحصول على القياسات المطلوبة.

النتائج والمناقشة:

1-تأثير نظام عمل المحرك :

تؤثر سرعة دوران المحرك بشكل ملحوظ في تلويث غازات العادم الصادرة عنه، ويكون لعلاقة التلوث بسرعة الدوران شكلٌ معقدٌ، يعود ذلك إلى أنه تؤثر عوامل كثيرة قد تزيد أو تخفف من تشكل المركبات الملوثة في المجالات المختلفة لسرعات الدوران. فمن جهة ومع زيادة سرعة الدوران **n** يقل الزمن المخصص لعملية الاحتراق ويقل تبعاً لذلك طرح الحرارة عبر جدران الأسطوانة، مما يرفع من درجة الحرارة العظمى لدورة عمل المحرك بشكل عام ويوفر مناخاً ملائماً لزيادة تركيز NO_X (أكاسيد الآزوت). أما من جهة أخرى فإنه وبزيادة **n** أيضاً تزداد الحركة المضطربة لشحنة الهواء الداخلة إلى الأسطوانة ويزداد ضغط الحقن مما يؤدي إلى تحسن ظروف تشكل الخليط وإلى توزع متجانس للوقود في كامل حجرة الاحتراق، ومن ثمَّ التخلص من المناطق ذات القيم المنخفضة لمعامل فائض الهواء α والقيم العالية لحرارة الاحتراق مما يقلل كثيراً من فرص نشوء أكاسيد الآزوت NO_X . وهكذا فإن هذه العوامل تعدّل من تأثيرات بعضها بعضاً في النهاية لتعطي قيماً معينة لمحتوى غازات العادم من الملوثات [3] . نبين على الشكل (1) علاقة تركيز المواد الملوثة في غازات الاحتراق الناتجة عن محرك الديزل مع سرعة دورانه .



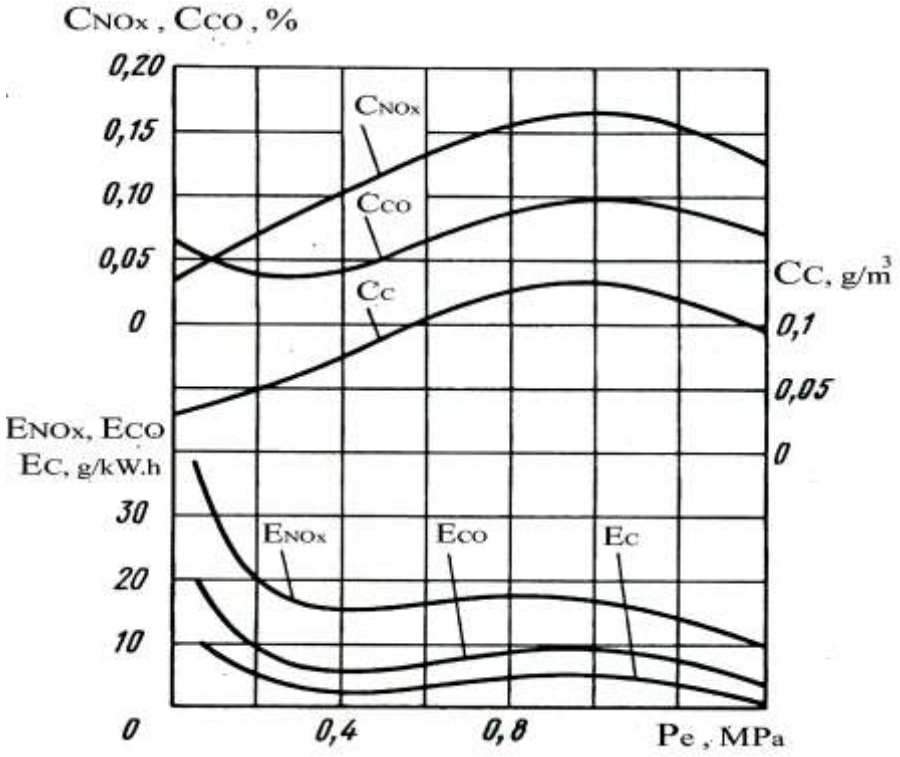
الشكل (1) : علاقة تركيز المواد الملوثة في غازات العادم مع سرعة دوران المحرك :
1 ــ محرك ديزل بدون شحن قسري 2 - - - - محرك ديزل مع شحن قسري

يلاحظ بشكل عام وفي كثير من محركات الديزل ذات الشحن القسري والحقن المباشر للوقود أنه عند زيادة سرعة الدوران أكثر ما يتأثر هو تركيز أكاسيد الآزوت NOx إذ ينخفض بشكل ملحوظ بعد قيمته العظمى الموافقة لسرعة الدوران المساوية لـ 70 % من قيمتها الاسمية (منحني 1 على الشكل 1) أما محتوى غازات العادم من أول أكسيد الكربون CO والدخان (هباب الفحم C) فيتأثر بشكل أقل لكنه وبنفس الوقت يلاحظ زيادة لتركيز مركبات بنزابيرين $C_{20}H_{12}$ تلك التي يرتبط تشكلها بظروف إتمام عملية الاحتراق وتفاعلات الأكسدة لمركبات الوقود الهيدروكربوني .

2-تأثير الحمولة :

تؤثر حمولة المحرك بشكل واضح أيضاً في نشوء المركبات الملوثة مع غازات الاحتراق، إذ إنه عند حالات اللا حمل يزداد تشكّل أول أكسيد الكربون CO والمركبات الهيدروكربونية CH_x ويعود ذلك إلى درجة حرارة الاحتراق المنخفضة وعدم إتمام عملية احتراق الوقود، غير أنـه ومع زيادة الحمولة حتى Pe = 0.3 – 0.5 MPa ينخفض تركيز CO , CH_x ليأخذ قيمته الدنيا، ثم يزداد مع الزيادة اللاحقة للحمولة ، ويعود السبب في ذلك لعدم اكتمال احتراق الوقود في ظروف انخفاض قيمة معامل فائض الهواء α ومن ثمَّ عدم كفاية الهواء اللازم لتلك العملية [3-4] .

يعكس (الشكل 2) النتائج التي حصلنا عليها لتغيّر تركيز المواد الملوثة مع تغيّر حمولة المحرك .



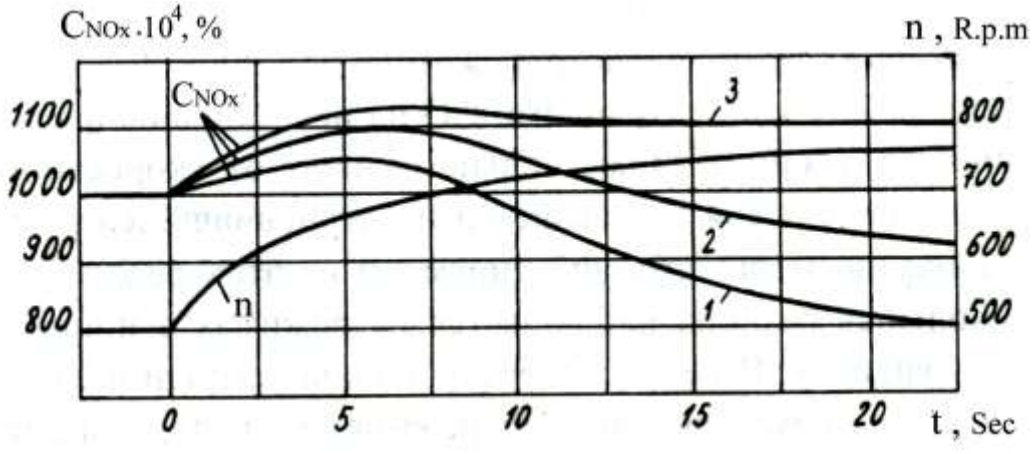
الشكل (2) : علاقة تركيز المركبات الملوثة في غازات الاحتراق مع حمولة محرك الديزل

من خلال التجربة وعلى محرك الديزل ذي الشحن القسري لوحظ أن القيم النوعية المطروحة من أكاسيد الآزوت NO_x والكربون الجاف C تكون أقل ما يمكن عند عمل المحرك بدون حمل، ويعود هذا إلى أن استطاعة المحرك تكون عندها في حدودها الدنيا، لكنه ومع زيادة الحمولة تزداد كمية الوقود المحقونة في الأسطوانات مما يقلل من قيمة معامل

فائض الهواء α ويزيد من القيمة العظمى لحرارة الاحتراق . نتيجة لذلك تزداد كمية الدخان ويزداد تركيز أكاسيد الآزوت مع نواتج الاحتراق حتى حدودها العظمى عند $Pe = 0.6 \div 1$ MPa (شكل 2) وتتناقص بعدها مع الزيادة اللاحقة للحمولة بسبب نقص تركيز الأوكسجين في نواتج الاحتراق وتحسّن عملية تذرير الوقود .

أجريت التجربتان السابقتان على محركات ديزل تعمل في ظروف مستقرة (نظام عمل مستقر)، لكنه في الواقع وفي ظروف الاستثمار العادية، تعمل المحركات أغلب الوقت في ظروف متغيرة (أنظمة عمل غير مستقرة) [5] ، لذلك فقد قمنا بإجراء تجارب مختلفة أخرى على عمل المحركات في تلك الظروف، وقد توصلنا إلى نتيجة أنه عند تسريع المحرك ذي الشحن القسري من سرعة دوران موافقة لحالة اللاحمل (500r.p.m)، إلى سرعة دورانه الاسمية (1800 r.p.m)، يكون تركيز المواد الملوثة ومنها أكاسيد الآزوت NO_x في أعلى قيمة له عند القسم الأول من عملية التسريع، ويعود هذا إلى أن ضغط الشحن القسري يبدأ بالزيادة مع بعض التأخير بسبب عطالة الضاغط ، مما يجعل قيمة معامل فائض الهواء متدنية في بداية التسريع إلى قيم أقل من حدود ظهور الدخان $\alpha = 1.2 \div 1.3$ ، وتزداد تبعاً لذلك الحرارة العظمى للاحتراق مما يوفر ظروفاً مواتية لتشكل NO_x خلال الخمسة وحتى الثمانية ثوانٍ من بداية التسريع .

يعكس الشكل (3) تلك النتائج حيث يبين علاقة تركيز أكاسيد الآزوت NO_x الناتجة في غازات العادم مع تسريع المحرك وعند قيم مختلفة لزاوية تسبيق الحقن θ_{inj} ، حيث يلاحظ أنه مع زيادة θ_{inj} يزداد تركيز أكاسيد الآزوت المطروحة مع غازات العادم ويعود ذلك إلى أن زمن بقاء الغازات المتشكلة في بداية الاحتراق يطول في ظروف درجات حرارة عالية مما يسبب ظهور كميات إضافية من NO_x . أما على الشكل (4) فتظهر النتائج التي حصلنا عليها لتركيز C_c (ظهور الدخان) في حالة تسريع المحرك ومع استخدام وسائل مختلفة لتخفيف الدخان. وهي تبين أن تركيز هباب الفحم في الغازات الناتجة عن الاحتراق يكون أكبر عند عمل المحرك بشكل غير مستقر وعند سرعات دوران منخفضة، ويعود هذا إلى عدم كفاية الهواء اللازم للاحتراق في المراحل البدائية للعمل غير المستقر للمحرك [6] .

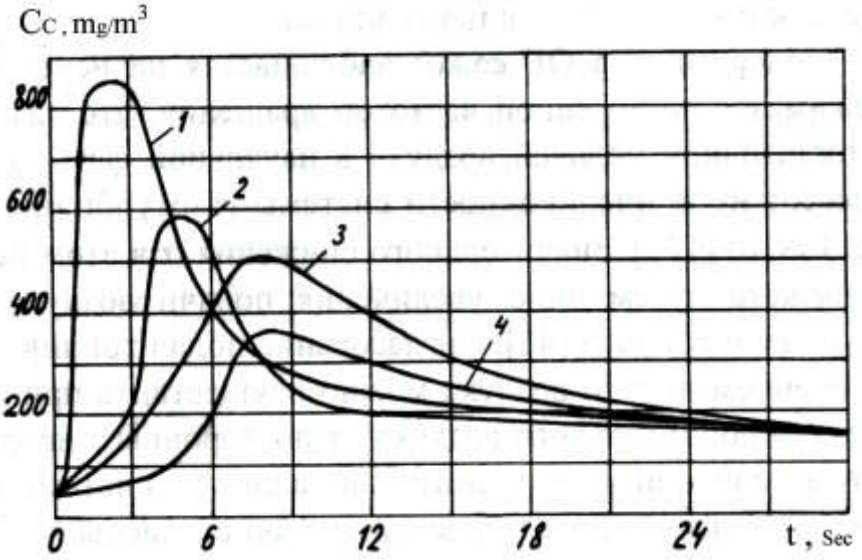


الشكل (3) : علاقة تركيز NO_x مع حالة عمل المحرك غير المستقرة عند قيم مختلفة لـ θ_{inj}:

1- $\theta_{inj} = 22°$ 2- $\theta_{inj} = 24°$ 3- $\theta_{inj} = 26°$

يمكن معالجة هذه الحالة في محركات الديزل ذات الشحن القسري إما بدفع كمية إضافية من الهواء في الأسطوانة عن طريق مصدر إضافي، أو بتخفيف كمية الوقود المحقونة عن طريق تزويد محرك الديزل بمنظم هوائي،

يحرك الجريدة المسننة لمضخة الوقود بشكل متدرج تبعاً لزيادة ضغط الهواء المشحون قسرياً P_k في اسطوانات المحرك. تقلل مثل هذه المنظمات من كمية الدخان الناتجة مع غازات الاحتراق بمقدار 12 % . (منحني 3 على الشكل 4) . إلا أنه يتم الحصول على نتائج أفضل فيما لو استُخدمَتْ الوسيلتان معاً ، إذ إنه يمكن تخفيض كمية الدخان إلى حوالي 60 % (منحني رقم 4 على الشكل 4) .



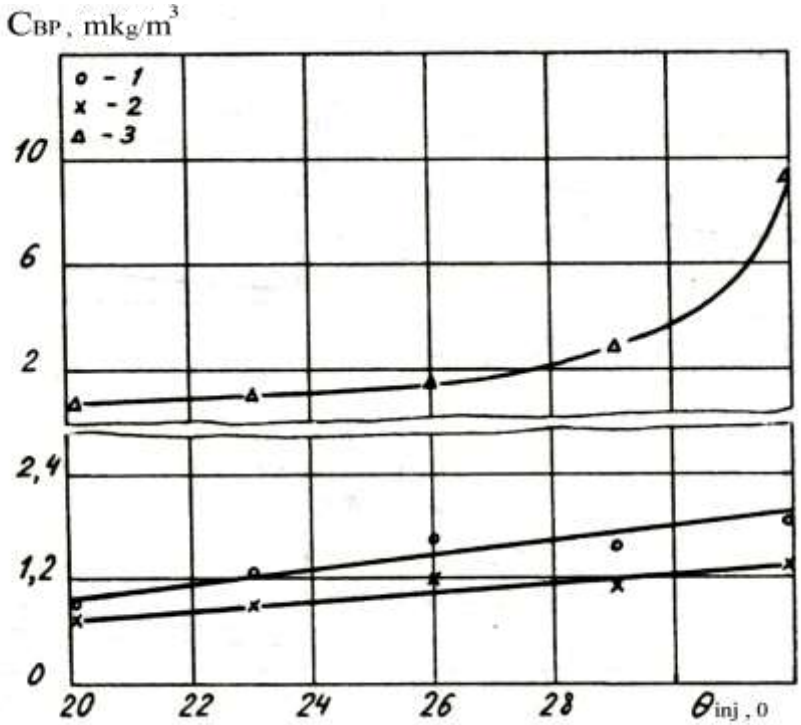
الشكل (4) : علاقة تركيز هباب الفحم C (الدخان الأسود) مع حالة عمل المحرك غير المستقرة (تسريع المحرك) . ومع استخدام وسائل مختلفة لتخفيف الدخان.

1- بدون استخدام وسائل تخفيف الدخان .2- مع إعطاء كمية إضافية من الهواء .3- مع تحديد مجال حركة الجريدة المسننة في مضخة حقن الوقود .4- في حالة مركبة من الوسيلتين السابقتين .

تطرح مع غازات الاحتراق كمية أكبر من مركبات CH_x عند عمل المحرك في الحالات غير المستقرة ويعود ذلك إلى وجود طبقات مجاورة لجدران الأسطوانة تكون باردة نسبياً ، تلك التي تسدعي تشكل المركبات الهيدروكربونية CH_x ، زد على ذلك فإن الفرق بين الكميات المتشكلة من CH_x في كلا حالتي عمل المحرك على الأنظمة المستقرة وغير المستقرة، يكون أكبر عند تسريع المحرك من سرعة دورانه الموافقة لحالة اللا حمل إلى سرعة دورانه الاسمية، وفيما بعد وبالاقتراب من الحالة الاسمية ينخفض هذا الفرق بشكل حاد .

تترافق زيادة الدخان الناتج عن عمل محركات الديزل على الأنظمة غير المستقرة بتشكّل المركبات الهيدروكربونية العطرية المعقدة، وأهمها تلويثاً هو بنزابيرين $C_{20}H_{12}$. بيّنت التجارب التي أجريناها على محرك D-240 (ذي الأربع أسطوانات 11/12.5 وسرعة دوران اسمية n_n= 2200 r.p.m ، وكمية الوقود المحقونة في الدورة q_f =72 mm^3) وعند عمله على أنظمة مختلفة : نظام السرعة الاسمية ، نظام السرعة المطابقة للعزم الأعظمي n = 1400 r.p.m ونظام التسارع الحر من حالة اللا حمل إلى الحمولة الكاملة ومع تغيّر زاوية تسبيق الحقن، إن تركيز $C_{20}H_{12}$ في غازات الاحتراق يكون أكبر بمقدار 1.5 ÷ 2 مرة عند تسريع المحرك مما هو عليه عند العمل على نظام مستقر . ويكون الفرق أكبر في تركيز $C_{20}H_{12}$ عند العمل على الأنظمة المختلفة مترافقاً مع قيم كبيرة لزاوية تسبيق الحقن θ_{inj} . من 28 وحتى 30° حتى TDC ، ويعود ذلك إلى حقن كميات إضافية من الوقود عند التسريع مع انخفاض قيمة α مما يؤدي لظهور مركبات $C_n H_m$ الألدهيدات ومن بينها البنزابيرين. كما يزداد هذا التركيز مع

زيادة مقطع التصريف لفتحات التذرير في الحاقن بشكل أكبر من $0.24\ mm^2$ ومع انخفاض ضغط الحقن أقل من 160 MPa . ويعكس الشكل (5) هذه النتائج .



الشكل (5) : علاقة تركيز مركب بنزابيرين $C_{20}H_{12}$ في الغازات الناتجة عن الاحتراق في محرك ديزل D-240 مع زاوية تسبيق الحقن θ_{inj} وعند أنظمة مختلفة لعمل المحرك : عند نظام

1- السرعة الاسمية – o – o – ، 2- عزم الدوران الأعظمي x – x ،3- التسريع الحر للمحرك Δ – Δ

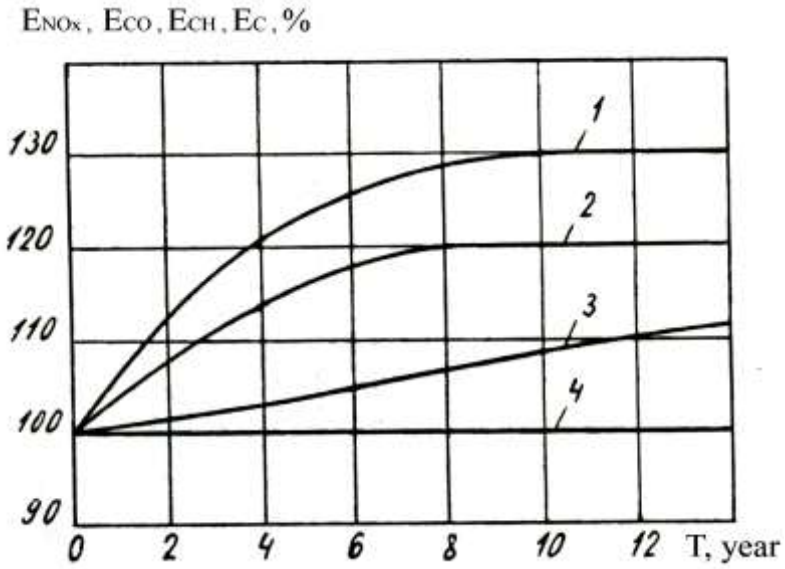
يشغل زمن عمل محركات الديزل في الظروف غير المستقرة المذكورة حوالي 90 % من زمن عملها الكلي لذلك فإن الكميات الأكبر من المواد الملوثة مع غازات الاحتراق تتشكل في تلك الظروف ، وغالباً ما يحصل هذا أثناء حركة السيارات المزودة بمثل هذه المحركات في المدن . تبعاً لذلك فإنه عند تصميم وتطوير محركات الديزل تؤخذ بالحسبان أنظمة عمل المحرك ويتطلب الأمر تزويد محركات الديزل بتجهيزات وأنظمة تعمل على اختصار زمن عملها في الحالات غير المستقرة .

3-الحالة الفنية للمحرك وعوامل الوسط المحيط :

تتدنى اقتصادية محركات الديزل ويزداد تلويثها للبيئة تبعاً لسوء حالتها الفنية. ويعود ذلك في الدرجة الأولى إلى سوء نوعية عملية حقن الوقود وتشكيل الشحنة ويرتبط ذلك بالتآكل الحاصل في العناصر المتزاوجة لمجموعة الحقن في المضخات والحواقن وتغيّر حالتها العيارية عن الوضع الصحيح. وقد دلت الأبحاث الموجهة لدراسة تأثير الخلل الحاصل في مجموعة حقن الوقود على المميزات البيئية لعمل المحرك إلى أن تركيز المواد الملوثة في غازات العادم يزداد بمقدار مرتين إلى خمس مرات . ويزداد مصروف الوقود وطرح تلك المواد أكثر فأكثر مع استمرار عملية استثمار السيارات غير الجاهزة فنياً [7] . ففي محركات الديزل المستخدمة على وسائل النقل يلاحظ التأثير الكبير لتغير كمية الوقود المحقونة في الدورة، زاوية تسبيق الحقن، انخفاض ضغط بداية الحقن، التفحم الحاصل في الحواقن وثقوب التذرير وغيرها من الأوضاع العيارية الأخرى.

دلت نتائج البحث الذي تم بمراقبة عمل مجموعة من السيارات المزودة بمحركات ديزل لزمن طويل، أن تغيّر عيار مضخة حقن الوقود (كمية الوقود المحقونة في الأسطوانات) ، يزيد من طرح مركبات أول أكسيد الكربون CO بمقدار من 5–50 % ، ومركبات CH_x بمقدار من 5–25 % ، والدخان الأسود من 25–90 % كما يزداد مصروف الوقود بمقدار من 5–25 % . أما اختلاف زاوية تسبيق حقن الوقود فيزيد تركيز CO بمقدار 5–50 % و CH_x حتى 25 % ، غير أن طرح مركبات NO_x قد يزداد وقد ينخفض مع تغيّر العيارات المذكورة. زد على ذلك فإن تأثير تغيّر زاوية تسبيق الحقن في تشكّل أكاسيد الآزوت NO_x يكون الأكبر بين العوامل الأخرى ويغيّر تركيزها في مجال حتى 100 % ، كما أن عدم جاهزية الحواقن قد يؤدي إلى زيادة في طرح المركبات الهيدروكربونية CH_x بمقدار 90 % ، وأول أكسيد الكربون بنسبة حتى 50 % ، وتنخفض اقتصادية المحرك بمقدار 20 % [8] .

نتيجة للاستثمار اللاحق للمحرك في هذه الظروف يزداد التآكل الحاصل وخصوصاً في عناصر المجموعة المكبسية، وتزداد المقاومة في عمليات السحب والطرد (على التبادل الغازي) ويزداد لاحقاً طرح المواد الملوثة وهكذا مع الزمن. يبين الشكل (6) نتائج الدراسة الطويلة لاستثمار محركات ديزل على وسائل النقل حيث يعكس علاقة تشكّل المواد الملوثة مع زمن الاستثمار ويلاحظ أنه أكثر ما يتزايد مع الزمن هو ظهور المركبات الهيدروكربونية CH_x ويزداد هباب الفحم C وأكسيد الكربون CO بشكل أقل ، أما NO_x فيكون تغيّره محدوداً ، زد على ذلك فإن هذه التغيرات تلاحظ في السنوات الأولى للاستثمار ثم تصل لمرحلة لاحقة تصبح تلك التغيّرات غير ملحوظة أي يحافظ تركيز الملوثات على الوضع الذي وصلت إليه بعد مرور أكثر من ثماني سنوات .



الشكل (6) : علاقة طرح المركبات الملوثة بشكل نسبي مع زمن استثمار آليات النقل المزودة بمحركات ديزل .

1–الهيدروكربونية CH_x 2–CO أول أكسيد الكربون

3–C هباب الفحم 4–أكاسيد الآزوت NO_x

أجريت مراقبة لعمل محركات MAN المستخدمة على باصات النقل الداخلي في ظروف المدينة [9] فلوحظ أن أكبر قيمة لطرح هباب الفحم C (الدخان الأسود) تبدأ بعد سير 400–500 ألف كم وقد دلّ تحليل الأعطال الحاصلة لحينها في تلك المحركات، إلى أن تخفيض نسبة الدخان المتشّكلة ، يرتبط بشكل أساسي بإجراء العيارات الدورية لمجموعة حقن الوقود وضبطها بالشكل الصحيح .

تجدر الإشارة إلى أنه من بين العوامل التي تؤدي دوراً في التأثير في تلويث غازات العادم في محركات الديزل للبيئة هي درجة حرارة وضغط الوسط المحيط . حيث يؤدي تغيّر درجة الحرارة ضمن حدود 10 درجات إلى تغيّر في الكميات المطروحة من الملوثات بحدود من 2–10 % وأما الضغط فيؤثر بنسبة أقل إذ إن كل تغيّر في الضغط قدره 1 KPa يترافق مع تغيّر في تركيز الملوثات بحدود من 3–5 % .

تؤثر درجة حرارة الجو المحيط في سير عمليات الاحتراق حيث يؤدي انخفاضها إلى انخفاض درجة حرارة الشحنة الداخلة إلى أسطوانات المحرك، ومن ثمَّ انخفاض درجة الحرارة في نهاية شوط الانضغاط وتدني درجة الحرارة العظمى للاحتراق، مما يترافق مع تشكّل أقل للمركبات الملوثة في نواتج الاحتراق. بيّنت التجارب التي أجريناها على محرك ديزل ذي الستة أسطوانات مع الشحن القسري وعند عمله على سرعة دورانه الاسمية ، أنه مع انخفاض درجة الحرارة على السحب To من 303 K إلى 243 K يقل تركيز أكاسيد الآزوت NO_x من 16.5 g/kW.h وحتى 8.5 g/kw.h ومحتوى CO من 10.3 g/kW.h وحتى 8 g/kW.h وأما نسبة ظهور الدخان فتنخفض بمقدار 12 % . أما عن تأثير ضغط الوسط المحيط فإنه يلاحظ بشكل أكبر عند عمل الآليات المزودة بمحركات الديزل في المناطق الجبلية المرتفعة [10] . بشكل خاص لارتفاعات أكثر من 2000 m فوق سطح البحر إذ ينخفض الضغط من 0.1 MPa وحتى 0.08 MPa ويؤدي هذا إلى انخفاض كثافة شحنة الهواء الداخلة إلى المحرك (انخفاض α) مما يقلّل من درجة الحرارة Tc والضغط Pc في نهاية شوط الانضغاط وتزداد تبعاً لذلك فترة تأخّر الاشتعال لينزاح شوط الاحتراق باتجاه شوط التمدد ، مخفضاً بذلك من قيمة الضغط الأعظمي للاحتراق Pz ومسبباً عدم تمام عملية الاحتراق فتضعف استطاعة المحرك ويظهر الدخان الأسود ومركبات الاحتراق غير الكامل مع غازات العادم.

دلّت التجربة التي أجريت على نفس المحرك السابق وعند عمله على سرعة الدوران الاسمية ، أن انخفاض الضغط الجوي من 0.1025 إلى 0.0965 MPa يؤدي إلى انخفاض طرح أكاسيد الآزوت NO_x من 16.8 g/kW.h إلى 12.8 g/kW.h ويزداد تركيز أول أكسيد الكربون CO من 9.1 حتى 13.3 g/kW.h أما الكربون الجاف وظهور الدخان فيزداد بمقدار 8 % .

عدا عن تأثير أنظمة عمل المحرك وحالته الفنية وظروف الوسط المحيط على طرح المركبات الملوثة مع غازات العادم لمحركات الديزل فإنها تؤثر أيضاً وبشكل كبير في نوعية الوقود والزيوت المستخدمة. إذ إن الزيوت المتسربة إلى حجرة الاحتراق تحترق مساعدة أيضاً في تشكّل مركبات ملوثة ولهذا فإنه وللحصول على محركات ديزل لوسائل النقل تلك التي تستجيب للمواصفات البيئية المطلوبة، ينبغي تحسين نوعية الوقود والزيوت المستخدمة واعتماد السبل والتصاميم التي تخفف من إمكانية تسربها واحتراقها، هذا ولن نتطرق في هذه الدراسة إلى تلك المواضيع آملين أن نوفق في المستقبل بإجراء دراسة تجريبية أخرى حول الوقود والزيوت ودورها في التلوث الصادر عن محركات الديزل.

الاستنتاجات والتوصيات:

1. يتعلق تركيز المواد الملوثة الناتجة عن عمل محركات الديزل بشكل كبير بظروف عملها، ويكون أكبر ما يمكن في حالتي التسريع والعمل على الحمولات العالية لهذا فإنه ينبغي اختصار زمن عمل المحركات في هذه الظروف قدر الإمكان، حيث تبيّن أن القيم العظمى لطرح المركبات الملوثة تتوافق مع عمل المحركات عند سرعة 70% من سرعتها الاسمية وحمولة $0.6 - 1\ MP_a$.
2. يقلل استخدام الشحن القسري في محركات الديزل من التلوث الناتج عن عملها، ولهذا فإنه تزود أغلب محركات الديزل الحديثة وخصوصاً ذات الاستطاعات العالية والمستخدمة على الشاحنات والباصات بمعدات لشحن الهواء قسرياً، إذ تنخفض الملوثات الصادرة مع الغازات بنسب مختلفة حتى 50% وسطياً.
3. تزداد كمية المواد الملوثة الناتجة عن عمل محركات الديزل على وسائل النقل تبعاً لسوء حالتها الفنية ولهذا فإن عمليات المراقبة والصيانة الدورية وضبط العيارات بشكل صحيح في المحرك وخصوصاً مجموعة حقن الوقود تساعد بشكل كبير في تخفيف التلوث الناتج عن عمل المحركات، بنسب تصل حتى 90% .
4. تؤثر عوامل الوسط المحيط من درجة حرارة وضغط بشكل ملحوظ في أداء المحركات ومن ثمَّ التلوث الناتج عنها ولهذا فإن هذه العوامل تؤخذ بالحسبان عند اختيار محركات الديزل المستخدمة على آليات تعمل في ظروف غير طبيعية .
5. يشير تحليل النتائج إلى أنه ومن أجل تصميم محركات ديزل تستجيب في مواصفاتها للقيود الموضوعة على التلوث، ينبغي القيام بعمل متكامل تستخدم فيه كل الوسائل والطرق المتاحة لتخفيف التلوث وهذا ما يجعل استخدام أنظمة التحكم الأتوماتيكية التي توفر تنظيم العلاقة المتبادلة بين مؤشرات عمل المحرك المختلفة من أفضل الحلول الممكنة.

المراجع:

[1]- ASTAKHOV,V.I.; GOLUBKOV, N.L.; TRUSOV, I. V. *Fuel systems and profitability of diesel engines*, M , Mechanical engineering, 2002, 288.(in Russian).

[2]- LOKANEN, V.N.; KANVER, G. M. *Thermal engine as a source "entroic" pollution* ``Internal combustion engines``, Problems, prospects of development , M., publishing , MADI, 2004 , 51-67.(in Russian).

[3]- CMAIKIK, V. A. *modern state and new problems of ecology diesel building* , ``engine building `` 1990 , № 1 3-9. (in Russian).

[4]- LUCHANOV, V. A.; CAIKIN, A. M. *Decrease in toxicity automotive diesel engines* , M., an ear 1994 , 224. (in Russian).

[5]- ARKHANGEKSK, V. M.; ZLOTIN, G.N *operation automotive Engines on the unsteady modes*, M., engine building, 2004, 216. (in Russian).

[6]- KRUTOV, V. I. *Automatic regulation of Internal combustion engines*, Mechanical engineering, 1989, 416. (in Russian).

[7]- KUTENEV, V. F.; SVIRIDOV, U. B. ecological *problem automobile engine and a way of their optimum decision* , engine building , 1990 , №10 55-62. (in Russian).

[8]- GORBUNOV, V.V.; PATRAHALTSOV, N.N. *Toxicity of Engines internal combustion*, M., publishing house of the Russian university friendship of people, 1998 , 216. (in Russian).

[9]- XVATOV, V.N.; LOGINOV, N. V. *ways decrease smoking the fulfilled gases of automotive diesel engines* , engine building , 1998, №5. 42.(in Russian).

[10]- MARKOV,V.A.; KICLOV,V. A.; XVATOV, V. N. *Characteristics fuel supply tractor diesel engines*, M., publishing house of MGTU it. Э Bauman, 1997, 160.