إزالة الملوثات الغازية المنبعثة من المصادر الثابتة

توجد خمسة أساليب لعزل غازات التلوث من المصادر الثابتة وكما يلي :

1) **تغذية الملوثات الغازية إلى المحرقة** : يمكن الاستفادة من الغازات والأبخرة المنبعثة من محطات تصفية النفط (لأن لها قيمة حرارية عالية) وتكثيفها ثم تجميعها واستعمالها كوقود واستعمالها في محرقة ضمن تلك الصناعة سيؤدي إلى خفض تراكيز الملوثات لدرجة كبيرة أو استعمالها في حرق النفايات البلدية لتحسين القيمة الحرارية للنفايات المحروقة ولتقليل تركيز الملوثات الخارجة.

شروط استخدام الملوثات الغازية في الحرق :

a) أن يكون دخول الغازات إلى المحرقة بشكل مناسب بحيث لا يخلق اضطرابات في مزيج الحرق
b) يجب ضبط درجة حرارة الغاز الداخل .
c) ضمان فترة استقرار داخل المحرقة بما يضمن اكتمال الحرق دون أن تؤثر إدخال هذه الغازات على كفاءة المحرقة .

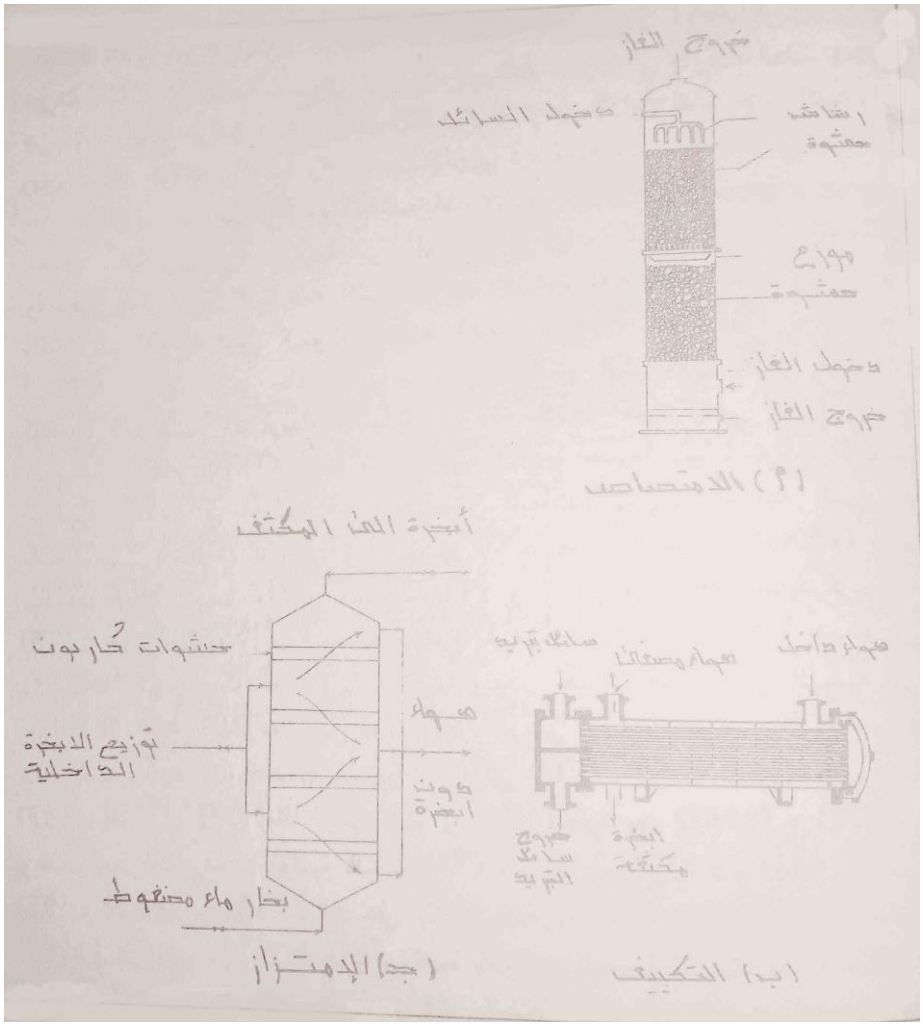
2) **حرق الغازات بعد مغادرتها للمحرقة** :هذا الأسلوب هو الأكثر شيوعا ويتحقق الحرق الكامل بتوفير مزيج متوازن من الأوكسجين والغازات مع توفير فترة تماس مناسبة داخل وحدة الحرق علما إن الحرق الكامل يتم بتوفير درجة حرارة 650 درجة مئوية بدون استخدام عامل مساعد ، أما إذا تم استخدام العامل المساعد فيحصل الحرق الكامل دون هذه الدرجة. العوامل المساعدة هي البلاتين واكاسيد النحاس والكروم والمنغنيز والكوبلت وغالبا يستخدم الكوبلت كعامل مساعد في حرق الأبخرة والغازات العضوية مع ملاحظة إن اكاسيد الزئبق والرصاص والزرنيخ والزنك تؤدي إلى إبطال مفعول العامل المساعد) لذلك يشترط عدم وجود هذه الأكاسيد أو العناصر في تيار الغاز.

3) **امتصاص الغازات الملوثة بواسطة محاليل** : معظم غازات التلوث لها قابلية جيدة على الذوبان في الماء مثل (الأمونيا ، كلوريد الهيدروجين .....الخ) وبعضها متوسط الذوبان في الماء لذلك فان محلول الإذابة الشائع هو الماء وقد يضاف إليه بعض الكيمياويات بهدف زيادة امتصاصه لغاز معين أو لتحويل احد الغازات إلى حالة يسهل عزلها فمثلا يمتص غاز كبريتيد الهيدروجين في محلول هيدروكسيد الصوديوم لكي يعزل على شكل كبريتيد الصوديوم . ولتحقيق اكبر كفاءة امتصاص للغازات من قبل المحاليل فقد صممت أبراج عديدة الأنواع لهذا الغرض من ضمنها أبراج لها قواطع أفقية معدنية مثقبة تحوي على المادة الممتصة للغازات .

4) **امتزاز غازات التلوث** : غالبا يستخدم الإمتزاز لعزل الأبخرة العضوية والروائح بإمرار تيار الغاز الحاوي لهذه الشوائب في خلال طبقة من الكاربون المنشط ، وان استعمال الكاربون المنشط له ميزة إضافية من إمكانية إعادة تنشيطه واستخدامه مرة ثانية .

5) **تكثيف الأبخرة** :ويتم بتبريد التيار الهوائي الحامل لهذه الأبخرة وفي كثير من الأحيان يمكن استخدام الأبخرة المكثفة مرة ثانية، أما الوحدات التي تحقق عملية التكثيف فهي على إشكال وأنواع عديدة فعلى سبيل المثال يمكن إمرار تيار مائي داخل أنابيب في حين يتماس الهواء والأبخرة مع السطح الخارجي البارد لهذه الأنابيب فتتكثف الأبخرة وتعزل عند مغادرتها من منفذ خاص بها .

شكل يبين بعض أنواع الوحدات المستخدمة في عزل الملوثات الغازية



السيطرة على الملوثات المنبعثة من المصادر المتحركة

تشمل المصادر المتحركة كل وسائل النقل كالسفن والطائرات والقطارات والسيارات وغيرها إلا أن المسئول الرئيس عن معظم التلوث الناجم هي السيارات وبالأخص السيارات التي تستخدم الكازولين كوقود وذلك لأعدادها الهائلة ولتمركزها في مواقع مؤهلة لأن تصل تراكيز الملوثات فيها الحد الحرج كالمدن الكبيرة .

تعد الهيدروكاربونات وأول اوكسيد الكاربون والاكاسيد المختلفة للنتروجين الأكثر انبعاثا من السيارات وخاصة عند سرعة 40 كم/ساعة تبلغ تراكيز هذه الملوثات الثلاثة في غاز العادم أرقاما مرتفعة، وتؤدي تسربات الوقود من خزان الكازولين إلى زيادة كميات الهيدروكاربونات المنبعثة . لإعطاء فكرة عن كمية هذه الشوائب فان السيارة الاعتيادية تطرح ما مقداره (6 غم من أول اوكسيد الكاربون لكل كم تقطعه إضافة إلى 9 غم هيدروكاربونات و3 غم من اكاسيد النتروجين و 6 غم من غاز اول اوكسيد الكاربون) ،ولكن سرعان ما انخفضت نسب هذه الملوثات بعد صدور التشريعات البيئية المعروفة ب (لائحة الهواء النقي) المعدلة عام 1971 والتي صدرت بعد حادثة ضباب لوس انجلوس الكيميائي وأصبحت القيم كما يلي 3 غم من الهيدروكاربونات و1 غم من اكاسيد النتروجين و 2 غم اول اوكسيد الكاربون)

أساليب تخفيض تراكيز الملوثات المنبعثة من السيارات

الأسلوب الأول : السيطرة على مواقع تسرب الوقود ومحاولة إعادتها للماكنة مرة أخرى ومن أهم هذه الطرق هو سحب الغازات الخارجة من الكرنك وإعادتها إلى الكابريتر لتذهب مع خليط الهواء والوقود إلى الماكنة مرة أخرى ولا يتطلب مثل هذا الإجراء سوى وصل أعلى الكرنك بالكابريتر حيث يحقق مثل هذا الربط بواسطة أنبوب ويحقق مثل هذا الربط تخفيض في مجموع ما ينبعث من الهايدروكاربونات عشرين بالمائة وهنالك طرق أخرى مثلا تجميع أبخرة الكابريتر وخزان الوقود في حاوية كاربونية تعمل على تكثيف أبخرة الوقود حيث يبلغ وزن الوقود المكثف في هذه الحاوية بحدود 70 غم / يوم .

الأسلوب الثاني : ضبط نسبة الهواء إلى الوقود بنسبة 15 إلى 1 يحقق أدنى إنبعاث لأول اوكسيد الكاربون والهيدروكاربونات ولكن تزيد من اكاسيد النتروجين نتيجة لزيادة الأوكسجين عن الحاجة حيث يتحد الأوكسجين الزائد مع نتروجين الهواء تحت ظروف الحرارة العالية في الماكنة .

الأسلوب الثالث : تقليل نسبة الضغط (COMPRESSION RATIO) وذلك بتحسين الوقود ويقل بذلك تركيز الهيدروكاربونات واكاسيد النتروجين ولكن تتأثر قوة الماكنة بتخفيض نسبة الضغط هذه .

الأسلوب الرابع : معالجة غاز العادم ومعظم الطرق المعتمدة تعمل على طريقتين:

الطريقة الأولى:

تعتمد على أكسدة الغازات الملوثة باستخدام العوامل المساعدة أو ما تسمى بالمحول الحفّاز الثلاثي (**Three way catalytic converters**) وطريقة العامل المساعد تطبق بعدة أشكال ابسطها إمرار الغازات على شكل حشوة معدنية (ألمنيوم) تحوي على عامل مساعد مثل البلاتين حيث تتأكسد الهيدروكاربونات وأول اوكسيد الكاربون في درجة حرارة متوسطة بحدود 500 ^{0}م وبذلك لا تؤدي إلى زيادة تراكيز اكاسيد النتروجين وتستخدم الطريقة كذلك بشكل أكثر تعقيدا وعلى مرحلتين: في الأولى تختزل اكاسيد النتروجين في وحدة مستقلة خلال دقيقتين يعقبها ثانية تعمل على أكسدة كل من الهيدروكاربونات وأول اوكسيد الكاربون .

من الجدير بالذكر إن طريقة العامل المساعد لها نقطة ضعف رئيسية واحدة وهي احتمال تسمم العامل المساعد بالرصاص المضاف إلى الكازولين فان هبوط كفاءة السيارة خلال ساعات الازدحام بسبب التوقف والحركة المستمرة للسيارات يؤدي إلى زيادة وانخفاض تراكيز الهيدروكاربونات مما يسبب تذبذب شدة الأكسدة في وحدة عزل الملوثات وقد تصل الحالة إلى توهج الوحدة من شدة الحرارة .

Three way catalytic converters= Low CO , HC & NOx

الطريقة الثانية :

هي طريقة المفاعل الحراري (**Thermal Reactor**) فتعتمد على مبدأ إمرار الغازات في غرف لغرض إعادة حرقها وتتطلب هذه الطريقة أن تكون درجة حرارة الغازات بحدود 1000 درجة مئوية ولذلك فهي صعبة التحقيق في مكائن الاحتراق الداخلي التقليدي ولكنها ناجحة في مكائن الاحتراق الدوارة حيث يتوفر وقود فائض في غازات العادم مما يضمن نجاح هذه الطريقة وان كان ذلك على حساب الاقتصاد في الوقود .

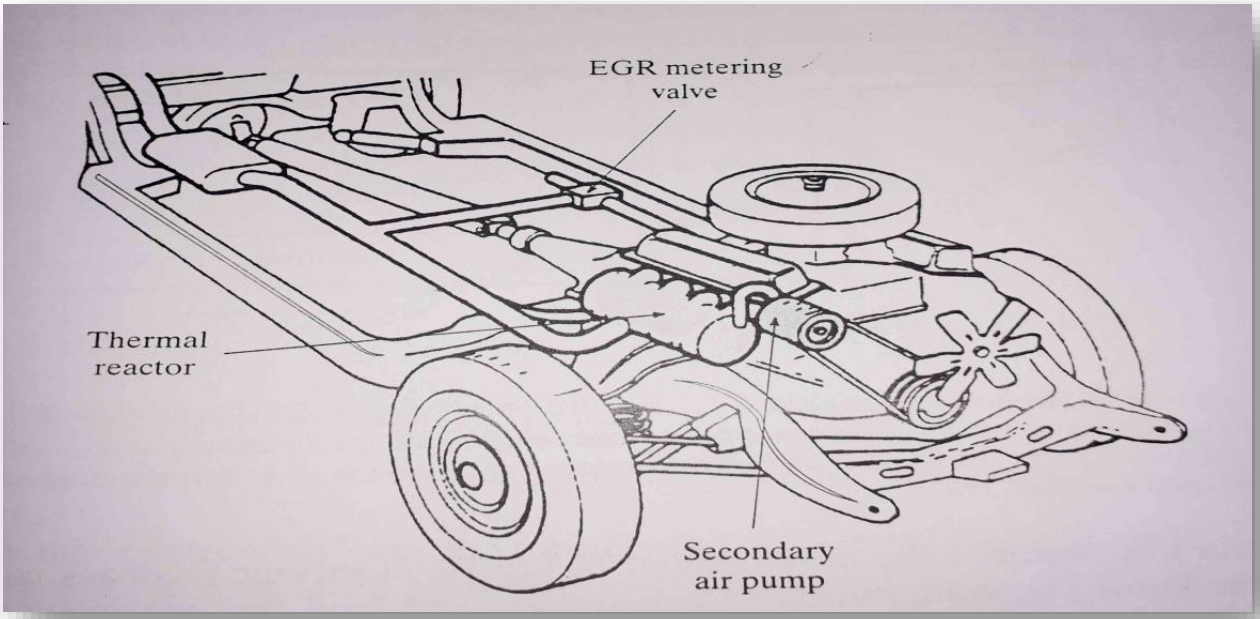
Thermal Reactor= Low CO& HC, High NOX

الأسلوب الخامس:

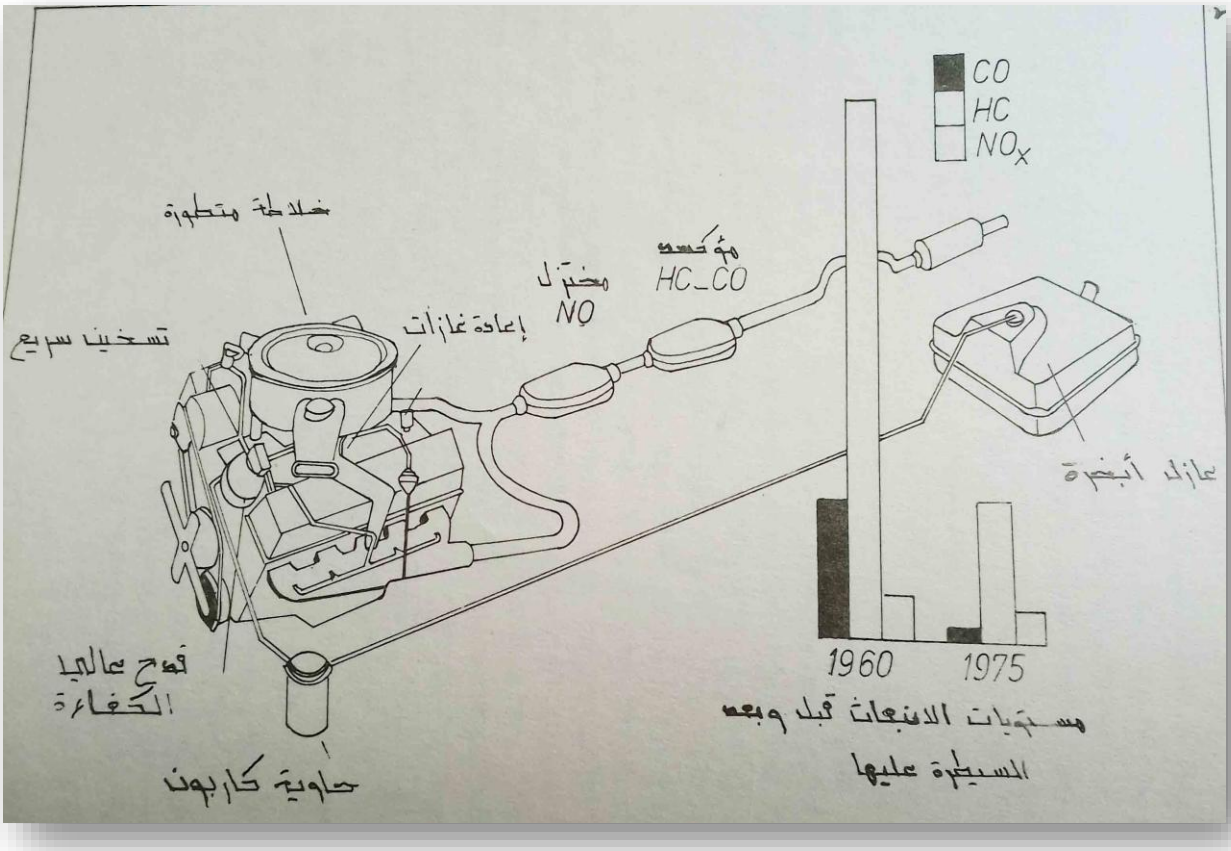
تدوير الغاز المنبعث (**EGR)(Exhaust Gas Recirculation**) وتعني إعادة نسبة معينة بحدود 25% من غازات الاحتراق إلى مجمع غازات الاحتراق وتؤدي هذه الإعادة إلى خفض درجات الحرارة في الماكنة نوعا ما ولكنها تؤثر على نسب مزيج الوقود وبذلك تقلل من تراكيز اكاسيد النتروجين المنبعثة دون أن تتأثر بذلك تراكيز أول اوكسيد الكاربون والهيدروكاربونات المنبعثة.

EGR = Low CO, HC, and NOx

شكل يبين استخدام المفاعل الحراري وتدوير الغاز المنبعث في العجلة



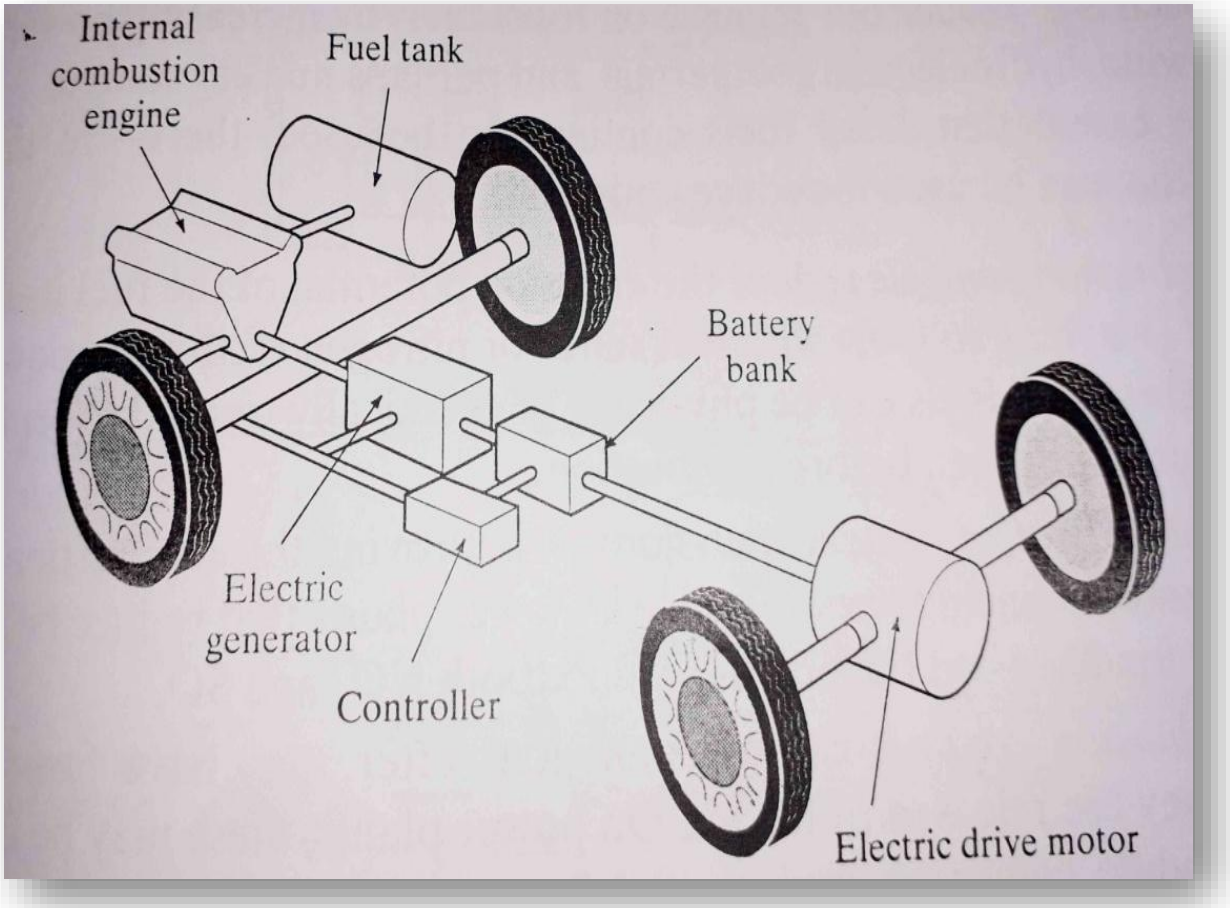
شكل يوضح مواقع المحول الحفاز



بدائل مكائن الاحتراق الداخلي

1- ماكنة وانكل الدوارة والتي هي عبارة عن ماكنة احتراق داخلي ولكن بأجزاء متحركة قليلة
2- المكائن التوربينية الغازية .
3- مكائن دورة دانكين البخارية .
4- السيارة الكهربائية : بالحقيقة إن السيارة الكهربائية لا تخلو من التلوث بل إن هذه السيارة قد تنازلت عن حصتها من التلوث إلى محطات شحن هذه السيارات ولكن ميزة هذه السيارات من الناحية البيئية هو إنها حولت التلوث الهوائي الناجم من السيارة كمصدر متحرك يصعب السيطرة عليه إلى مصدر ثابت يمكننا من اختيار موقعه الجغرافي وكذلك يسهل علاج ملوثاته بصورة اقتصادية .
5- السيارة الشمسية : وهي أنظف وسيلة نقل من ناحية التلوث ولكن تبقى المشكلة الاقتصادية والكفاءة .

شكل يبين مكونات العجلة الهجينة المستقبلية الصديقة للبيئة



مكائن الديزل

تعتبر مكائن الديزل المنافسة الأولى على باقي وسائل النقل لأن مكائن الديزل تمتاز بما يلي :

1- لا تحوي كابريتر لأن الوقود يحترق مباشرة في الأسطوانات .
2- لا يوجد نظام قدح تقليدي مثل البلكات التي توجد في مكائن الاحتراق الداخلي لأن الوقود هنا يقدح تلقائيا باستعمال شوط الضغط .
3- لها نسبة ضغط عالية أكثر بكثير من التقليدية .
4- تستطيع السير بمزيج وقود رديء أو خام وبذلك تعتبر اقتصادية في الوقود .
5- إنبعاثات الهيدروكاربونات وأول اوكسيد الكاربون قليلة جدا .

مساوئ مكائن الديزل :

1) بسبب الضغط العالي الداخلي في الأسطوانة لذلك يسبب حرارة عالية وبالتالي يحصل انبعاث عال لأكاسيد النتروجين .
2) العامل المساعد التقليدي المستخدم في تقليل انبعاثات اكاسيد النتروجين غير فعال .
3) مكائن الديزل تبعث كميات كبيرة من المواد الكاربونية على شكل دقائق من السخام .
4) إنبعاثات مكائن الديزل سجلت عليها وجود كثير من الحالات السرطانية للإنسان
5) تحتاج إلى تنظيف مستمر للفلاتر لإزالة حمل الدقائق المترسب فيها.

مثال حول تحديد نسبة الهواء إلى الوقود :

احسب نسبة الهواء إلى الوقود لماكنة كازولين كاملة الحرق :

إن مكائن الكازولين تحتاج 10.25 مول من الأوكسجين و 38.54 مول من النتروجين لعملية حرق تام

1 mol C_7H_{13}=7*12+13*1=97 g

10.25 mol O_2=10.25*2*16=328 g

38.54 mol N_2=38.54*2*14=1079 g

(Air/Fuel)=(328+1079)g/97g=14.5

تأثير نسبة المزج على انتاج كل من غاز HC &CO

اذا كانت نسبة الهواء الى الوقود قليلة معناها فيها هواء قليل فيقال بان المزيج غني وبما ان الهيدروكاربون كثير فان ناتج غاز اول اوكسيد الكاربون سوف يزداد وبذلك يزداد احتمالية وجود هيدروكاربون غير محترق كثير لأنه لا يوجد اوكسجين كاف للحرق .

Rich fuel =High CO , Low HC & NOx

أما اذا كانت نسبة الهواء الى الوقود كثيرة معناها فيها هواء كثيرة فيقال بان المزيج فقير وبذلك يقل تركيز غاز CO&HC المنبعثين وقد ينطفئ المحرك لانه لا يوجد وقود كاف لعملية الحرق

Poor Fuel =High NOx, Low CO, Low HC