الفصل العاشر

منظفات هواء المحركات
Engine Air Cleaners

الفصل العاشر
Chapter 10

منظفات هواء المحركات
Engine air cleaners

❖ 10.1 المقدمة Introduction

تستهلك المحركات أثناء فترة تشغيلها كمية كبيرة من الهواء لحرق الوقود. تقدر كمية الهواء التي يستهلكها المحرك لحرق لتر واحد من وقود البترين بـــ(15000) لتر هواء (خمسة عشر ألف لتر من الهواء) في الظروف المثالية. تنخفض هذه الكمية عند زيادة السرعة الدورانية للمحرك وقد تصل بعض الاحيان (10000) لتر. هذه الكمية الكبيرة من الهواء سوى كانت الأولى أو الثانية إذا لم تنظف فأنها تخلف مواد غريبة داخل المحرك تُؤثر على أداءه أثناء العمل وتُقلل من عمره التشغيلي. ولتحديد كمية المواد الغريبة التي تدخل المحرك عند عدم تنظيف الهواء نفرض أن اللتر الواحد من الهواء يحمل (0.3g) من هذه المواد فقط فإذا استهلك لتر واحد من الوقود فأن الكمية الكلية التي تدخل للمحرك من المواد الغريبة على فرض أن لتر الوقود يستهلك (10000) لتر هواء تبلغ (0.3*10000=30000g=3kg). تعتبر هذه كمية كبيرة جداً فإذا اختلط جزء منها مع الزيت المنثور على جدران الأسطوانات لتسبب تآكل المكابس والجدران الداخلية للأسطوانات وغيرها من الأجزاء الأخرى المتحركة. هذه الكمية تزداد بصورة كبيرة عندما يكون الجو ملبداً بالغبار. لهذا يعتبر وجود منظفات الهواء ضرورة كبيرة للمحرك وخصوصاً تلك التي تعمل في الأجواء الملبدة بالأتربة كالحقول والطرق العامة التي تتعرض للعواصف الترابية.

تزود المحركات بمنظفات هواء هذه المنظفات يجب إن تتميز بقابليتها العالية على تنظيف الهواء وتسمح بمرور كمية كافية منه الى المحرك فضلاً عن امتلاكها قابلية على تخزين المواد الغريبة المتجمعة فيها بعد تنظيف الهواء والتي يتم التخلص منها عند أجراء الصيانة للمنظفات. تُحدد ظروف العمل نوع منظفات الهواء والعدد الذي تزود به المحركات فعندما تكون الأجواء مغبرة يستخدم منظفان بعض الأحيان كما هي الحالة بمعدات استصلاح الأراضي كمحركات البلدوزرات والكريدرات.

والمنظفات على أنواع مختلفة منها ما يلي:

1. منظفات الهواء ذات العنصر الجاف Dry element air cleaners
2. منظفات الهواء ذات العنصر المشبع بالزيت cleaners viscous impingement
3. منظفات الهواء ذات الحمام الزيتي للأعمال الخفيفة مع مخمدة الصوت light duty oil bath air cleaners and silencer
4. منظفات الهواء ذات الدوارات (الروترات) الحلزونية spiral rotor type cleaners
5. منظفات الهواء ذات الحمام الزيتي oil bath air cleaners

❖ 10.2 المنظف الابتدائي Pre-Cleaners

تزود جميع أنواع منظفات الهواء بمنظف هواء ابتدائي ماعدا تلك التي تستخدم في محركات العجلات الخاصة والمحركات التي تعمل على الطرق الداخلية في المدن والتي تتعرض الى نسبة محدودة من الغبار (شكل10.1). يوضع المنظف الابتدائي قبل المنظف الرئيسي وفي أعلى نقطة ممكنة لأبعاده عن المنطقة الأكثر تعرضاً للغبار وهي القريبة من سطح الأرض عادةً والتي يحمل هوائها المواد الكبيرة الحجم.

يتكون المنظف الابتدائي من جزء يحتوي على زعانف مائلة تقوم بتدوير الهواء لتخليصه من المواد الكبيرة الحجم بطريقة الطرد المركزي (شكل 10.1Cو10.1a) فضلاً عن ذلك يحتوي على جزء شفاف له حافتان أحداهما خارجية والأخرى داخلية. الحافة الداخلية مرتفعة ومفتوحة من المركز (bowel) (الصحن البلاستيكي المفتوح). يقوم هذا الصحن بتجميع المواد التي يتخلص الهواء منها بطريقة الطرد المركزي داخل الحيز الموجود بين حافتيه. يزود المنظف الابتدائي بغطاء من الأعلى (cover). يعدّ هذا النوع من أكثر الأنواع انتشاراً. يدخل الهواء فيه من الأسفل نتيجة سحبه من قبل المحرك فيصطدم بالزعانف المائلة فيدور بشكل دائري (سايكلون) مما يسبب طرد المواد الكبيرة بطريقة الطرد المركزي. تتجمع هذه المواد بين حافتي الصحن البلاستيكي والذي يطلق علية الصحن المفتوح.

(a) **المنظف الابتدائي ذو الوعاء الشفاف**

(b) **: مقطع عرضي في أجزاء المنظف الابتدائي**

(C) **: أجزاء المنظف الابتدائي**

شكل (10.1) **: نوعان من منظفات الهواء الابتدائية**

هناك نوع آخر من منظفات الهواء الابتدائية موضح في شكل (10.1b). يزود هذا المنظف بمشبك من الأسفل وظيفته منع المواد الكبيرة من الدخول الى المنظف فضلاً عن زيادة سرعة الهواء. يحتوى من الداخل على زعانف طويلة نسبياً يصطدم بها الهواء فيدور بسرعة عالية لطرد المواد الكبيرة بطريقة الطرد المركزي. تتجمع المواد الكبيرة في موقع خاص لهذا الغرض وتنظف عند صيانته.

هناك نوع آخر من المنظفات الابتدائية تزود بثقوب تقع على الجانب لمنع دخول المواد الغريبة. ويحتوي ايضاً على صحن مفتوح كالموجود في الشكل (10.1C).

❖ 10.3 منظف الهواء ذو العنصر الجاف Air Cleaner (Of Dry Element Type)

يحتوي هذا المنظف على عنصر جاف يصنع من الورق المعزز ببعض المواد البوليمرية لزيادة قابليته على تحمل الرطوبة أو صدمات المواد العالقة بالهواء ذات الإحجام الكبيرة.

يحاط العنصر الجاف بعض الأحيان بغلاف معدني أو بلاستيكي مثقب لحمايته من الصدمات (شكل 10.2). وهذا العنصر إما مموج أو يحتوي على زعانف مائلة توضع عند أحد طرفية لتدوير الهواء بشكل cyclone لغرض تخلص الهواء من بعض المواد الكبيرة الحجم بطريقة الطرد المركزي فضلاً عن توزيع الهواء على محيط المنظف (شكل 10.29). إما الغرض من التموج هو لزيادة مساحة العنصر المعرضة للهواء وهذا يقلل من كثافة المواد الغريبة المتجمعة على وحدة المساحة بينما العنصر ذو المساحة المحدودة ينغلق بسرعة بسبب زيادة كثافة المواد على سطحه فضلاً عن ذلك تقل مقاومة المنظف ذو السطح المموج للهواء بسبب كثرة مساماته. تزود بعض الأنواع من هذه المنظفات بخزان بلاستيكي مخروطي الشكل يوضع في أحد طرفيه لتجميع الأتربة فيه (صمام dust unloading valve) (شكل 10.2b). يمكن فصل الخزان البلاستيكي من المنظف الرئيسي وتنظيفه من المواد المتجمعة فيه. تزود بعض المنظفات بغطاء (Dust cup) يوجد في نهايته يثبت على الجزء الأصلي بواسطة حلقات معدنية (شكل 10.3). يعمل منظف الهواء ذو العنصر الجاف كالاتي:

(a) : **العنصر الورقي المحاط بغطاء معدني مثقب (اليسار) والمزود بزعانف مائلة (اليمين)**

(b) : **فلتر الهواء ذو العنصر الورقي المزدوج المزود بخزان للأتربة**

شكل (10.2) : **منظف الهواء ذو العنصر الجاف**

عندما يُسحب الهواء من خلال منظف الهواء الابتدائي بواسطة المحرك ينظف من المواد الكبيرة الحجم. يندفع الهواء الى العنصر الرئيسي (العنصر الورقي الجاف) وبسرعة كبيرة فيدور حوله فتطرد المواد العالقة به إلى الخارج للتجمع في خزان الأتربة. يخترق الهواء العنصر الورقي من خلال الثقوب الموجودة عليه لتبقى المواد العالقة فيه على السطح الخارجي للعنصر. بعدها يندفع الهواء إلى المحرك من خلال أنبوب خاص (cleaned air outlet) يتصل بأنبوب توزيع الهواء على أسطوانات المحرك. إما المواد الغريبة فتتجمع في خزان الأتربة الخاص بها والذي يجب تنظيفه بين فترة وأخرى. تزود بعض أنواع المحركات والتي تعمل بالأجواء الملبدة بالأتربة كالجرارات التي تعمل في الحقول والمعدات الثقيلة التي تستخدم في فتح الطرق وغيرها من الأعمال بمنظف ذو عنصر جاف رئيسي كالموضح في الشكل (10.2b) وآخر ثانوي جاف أيضاً يوضع داخل العنصر الرئيسي. يصنع العنصر الثانوي من مادة الكرلك Gralic التي لها قابلية عالية على مسك الغبار فضلاً عن عدم تأثرها برطوبة الجو مما يزيد من قابلية المنظف على تخليص الهواء من المواد العالقة به. القطر الخارجي للعنصر الثانوي أصغر من قطر تجويف العنصر الرئيسي (القطر الداخلي للعنصر الرئيسي) حتى يُترك حيز للهواء المار بالعنصر الرئيسي قبل اختراقه العنصر الثانوي. أما المحركات التي لا تتعرض الى الجو الملبد بالغبار الكثيف كمحركات العجلات التي تعمل داخل المدن فتزود بمنظف جاف والموضح في الشكل (10.4).

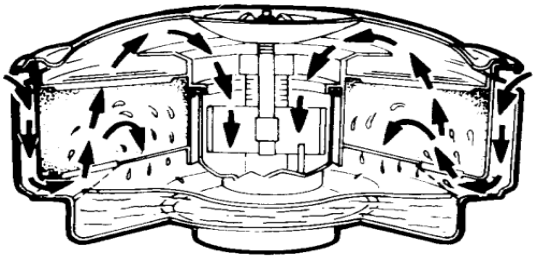
شكل (10.3) **: منظف الهواء ذو العنصر الجاف المزود بغطاء يثبت بحلقات معدنية**

(10.4) منظف الهواء ذو العنصر الجاف الذي يستخدم في محركات البنزين

❖ 10.4 منظف الهواء ذو العنصر المشبع بالزيت

Viscous – Impingement Air Cleaners

يستخدم هذا النوع من منظفات الهواء في المحركات الصغيرة. يتكون من مادة الصوف المعدني أو مشبك مشبع بالزيت. يمر الهواء غير النظيف من فتحات تقع في الأعلى وعند الحافة الخارجية للمنظف فيندفع الى الأسفل ثم يغير اتجاهه الى الأعلى إذ يمر من خلال فتحات موجودة أسفل الحاجز الجانبي. يمر الهواء من خلال المادة المشبعة بالزيت فتلتصق المواد الغريبة التي يحملها بالزيت (شكل 10.5).



شكل (10.5) : منظف الهواء ذو العنصر المشبع بالزيت

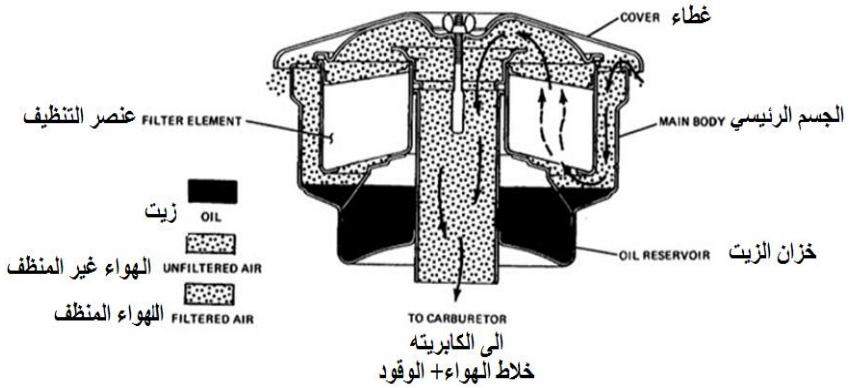
ولزيادة كفاءة المنظف يجب أن يكون عنصر التنظيف مشبع بالزيت وبكميات كافية شرط أن لا تكون الكمية زائدة عن حد التشبع حتى لا يندفع جزء من الزيت مع الهواء الى المحرك والذي قد يؤدي الى ظهور الدخان الأبيض مع العادم. بعد تنظيف الهواء يندفع الى الأعلى فيصطدم بالسقف ثم يغير اتجاهه ليدخل الأنبوب المؤدي الى أنبوب توزيع الهواء على أسطوانات المحرك. إن الغرض من صعود الهواء الى الأعلى ثم نزوله الى

الاسفل هو حتى يتخلص من الزيت الذي قد يحمله معه لكون الزيت ثقيل الوزن فضلاً عن ذلك هو لتقليل سرعة الهواء ومن ثم تقليل الضوضاء التي تنشئ من هذه السرعة.

❖ 10.5 منظف الهواء ذو الحمام الزيتي للإعمال الخفيفة

Light Duty Oil Bath Air Cleaners And Silencer

يتكون هذا المنظف من عنصر مشبع بالزيت وخزان زيت يوضع أسفل العنصر المشبع. يدخل الهواء من المحيط الخارجي العلوي للمنظف فيصطدم بالزيت الموجود في الخزان قبل تغيير اتجاهه. تدخل المواد الثقيلة التي يحملها الهواء داخل الزيت فيمسكها بسبب لزوجته فضلاً عن ذلك يقفز جزء من الزيت على عنصر التنظيف الذي هو عادةً مشبك معدني لزيادة تبلله (شكل 10.6). يمر الهواء من خلال المشبك المشبع بالزيت لغرض تخليصه مما تبقى به من مواد عالقة. يندفع الهواء الى الأعلى فيصطدم بسقف المنظف المحدب بصورة بسيطة لغرض توجيهه للأنبوب المتصل مع أنبوب توزيع الهواء على المحرك. يتميز هذا النوع من منظفات الهواء بتخميده للصوت الذي يظهره الهواء عند سحبه من قبل المحرك من خلال تقليل سرعته بواسطة العنصر المشبع بالزيت وتغير اتجاه حركة الهواء.



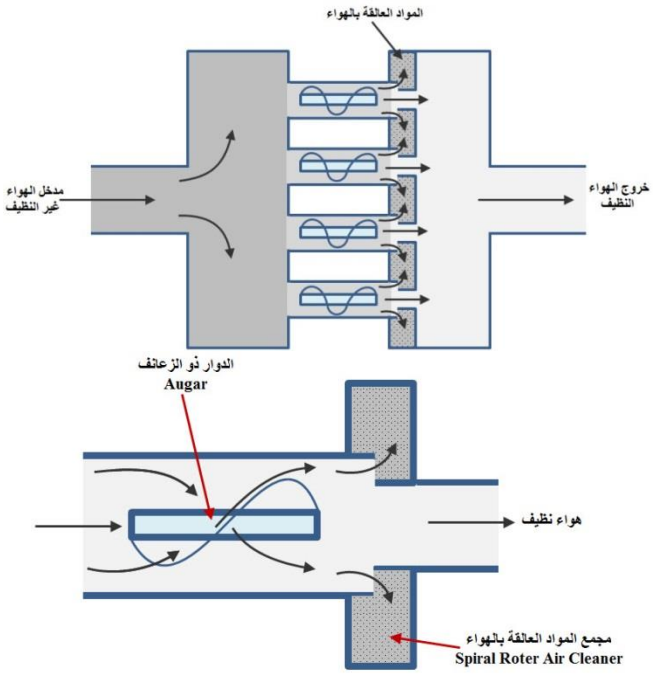
شكل (10.6) **: منظف الهواء ذو الحمام الزيتي والعنصر المشبع بالزيت**

❖ 10.6 منظف الهواء ذو الدوارات الزعنفية الحلزونية

Spiral Rotor Air Cleaners

يتكون هذا المنظف من مجموعة من الدوارات (rotors) المزودة بزعانف حلزونية (spiral fins). تثبت هذه الدوارات داخل أنابيب تفتح مقدمتها على فتحة إدخال الهواء غير النظيف (air inlet) أما مؤخراتها (air outlet) فتفتح على أنبوب أقل قطراً مما

يجعل الأنبوب مفتوح من كلتا جهتيه. يزود المنظف بخزانات للمواد الغريبة العالقة في الهواء (شكل 10.7). يشترك كل دوارين متجاورين بخزان واحد ماعدا الدوارين الطرفيين يوجد خزان لكل منهما يقع على الجهة الخارجية. تنفتح الأنابيب الأقل قطراً على فتحة إخراج الهواء المنظف الذاهب إلى المحرك.



شكل (10.7) **: منظف الهواء ذو الزعانف**

عندما يدخل الهواء إلى المنظف وبسرعة عالية نتيجة سحبه من قبل المحرك يصطدم بالزعانف مسبباً دورانها حول نفسها مما يؤدي إلى تدوير الهواء ومن ثم طرد المواد الغريبة والثقيلة التي يحملها الى الخارج فتدخل إلى خزان المواد الغريبة. ولغرض زيادة كفاءة تنظيف الهواء يجب تنظيف الخزانات بين فترة وأخرى. يستخدم هذا النوع من المنظفات بالمحركات الحديثة ويتميز بخلوه من العناصر التي تحتاج إلى تنقيع بالزيت فضلاً عن أمكانية تنظيفه باستخدام الهواء المضغوط وفي أسوء الأحوال يستخدم الماء أو الوقود لتنظيفه دون الحاجة لتغيير أحد أجزاءه لكونها لا تتعرض للتلف إلا نادراً. لغرض تخليصه مما تبقى به من مواد عالقة.

❖ 10.7 منظف الهواء ذو الحمام الزيتي Oil Bath Air Cleaners

يتكون هذا المنظف من جزئيين هما المنظف الابتدائي والذي سبق شرحه ومنظف رئيسي (شكل 10.8). يتكون المنظف الرئيسي من مشبك معدني مغمور جزء منه بالزيت الموجود في وعاء يقع أسفله. هذا الوعاء يمكن فصله عن الجزء الرئيسي للغلاف لتغيير الزيت الموجود فيه وتنظيف المشبك (شكل 10.8a). يوجد على الوعاء علامتين من الخارج والداخل إحداهما لتحديد المستوى الأعلى للزيت (maximum level) والأخرى لتحدد المستوى الأدنى (minimum level). يمثل المستوى الأعلى أقصى مستوى للزيت داخل الوعاء والذي يجب أن لا يتجاوزه حتى لا تنغمر نهاية الأنبوب الناقل للهواء من المنظف الابتدائي تحت مستواه. فإذا انغمرت نهاية الأنبوب تحت مستوى الزيت يختنق المحرك وبعض الأحيان يسحب كمية من الزيت الى داخل المحرك مسبباً ظهور دخان أبيض مع العادم. أما المستوى الأدنى للزيت فيمثل أقل كمية من الزيت تستطيع ترطيب المشبك وهو مستوى غير مفضل لأنه يقلل من كفاءة المنظف على تخليص الهواء من المواد العالقة فيه.

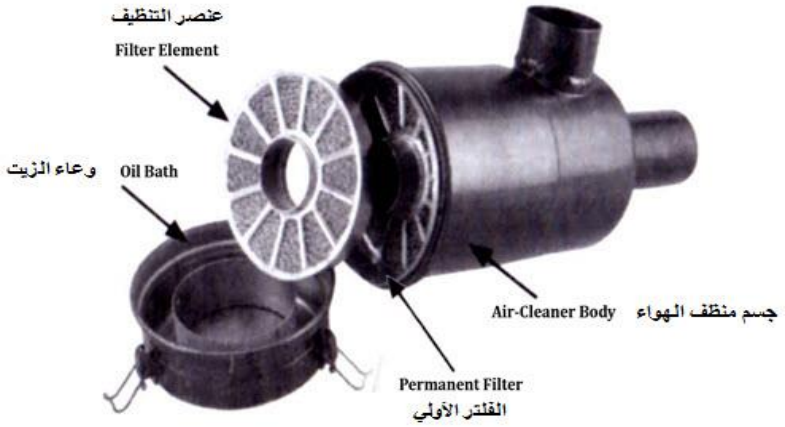
طريقة عمل المنظف:

يدخل الهواء المسحوب من قبل المحرك من خلال المنظف الابتدائي لتخليصه من المواد الكبيرة الحجم (شكل 10.8b). ثم يندفع الهواء بعد ذلك من خلال الأنبوب الوسط وبسرعة كبيرة فيصطدم بسطح الزيت القريب من فوهة الأنبوب فيغير اتجاهه الى الأعلى. عملية تصادم الهواء مع الزيت تسبب اختراق المواد العالقة فيه للزيت بسبب وزنها الذي يعطيها زخماً يساعدها على اختراق الزيت والذي يقوم بمسكها. فضلاً عن ذلك يؤدي تصادم الهواء مع الزيت إلى نثره على المشبك مما يزيد من تبلله. وعندما يغير الهواء اتجاهه يمر من خلال المشبك الذي يقوم بمسك المواد العالقة في الهواء والتي استطاعت الإفلات من الزيت الموجود بالوعاء. ثم يندفع الهواء من خلال الأنبوب الجانبي ومنه الى أنبوب توزيع الهواء على المحرك.

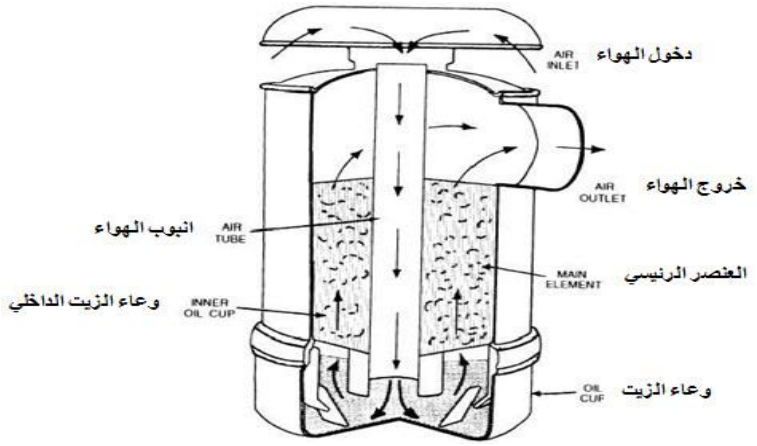
يتميز هذا المنظف بالقابلية العالية على تنظيف الهواء بسبب لزوجة الزيت فضلاً عن ذلك يقلل من سرعة الهواء مما يسبب انخفاض الضوضاء الناتجة من سرعة الهواء العالية. ولإبقاء كفاءة المنظف عالية يجب إجراء صيانة للمنظف بين فترة وأخرى بسبب ترسب جزء كبير من المواد الغريبة على جدران الوعاء الرئيسي للمنظف بسبب لزوجة الزيت.

تجرى عملية الصيانة للمنظف اعتمادا على عدد ساعات العمل وموقع العمل إذ تُكرر عمليات الصيانة كلما زادت عدد ساعات العمل وأجري هذا العمل في المواقع

الملبدة بالمواد الغريبة والأتربة. يغسل المشبك بوقود الديزل لإزالة الزيت والمواد المترسبة داخله. كما يغسل وعاء الزيت وجسم المنظف من الخارج والداخل لإزالة أثار الزيت المتجمد والمواد الأخرى الملتصقة به أيضاً. تجفف الأجزاء ويستخدم زيت جديد وهو الزيت الذي يستخدم للمحركات. ثم يوضع المشبك داخل الوعاء الذي يوضع فيه الزيت شرط إلا يتجاوز مستوى الزيت الحد الأقصى ثم يعاد تركيب إجزاء المنظف الأخرى.



(a) : **أجزاء المنظف**



(b) : **طريقة عمل المنظف**

شكل (10.8) : **منظف الهواء ذو الحمام الزيتي.**