# 1.المقدمة

## 1.1التركيب الكيميائي للبترول

يتكون من سلاسل برافينيه ونفثينهٍ و أروماتيه بنسبة 80- 90% وتوجد كميات ضئيله من المركبات O,S,N .اما الهيدروكربونات غير المشبعة (الأولفينات) فغالباً لا تتوفر في الخام ولكن تتوفر نتيجة لعمليات التكرير المختلفه.

1.1.1 **البرافينات** :

عبارة عن غازات أو سوائل أو مواد صلبه عند درجات الحرارة العاديه وتحوي سلسلة (1- 4 ) غازات وتدخل في تكوين الغازات الطبيعية الميثان و الإيثان و البروبان والبيوتان من 5وحتى 10 سوائل تدخل فى تركيب الجازولين والكيروسين ووقود آلات الديزل ومن 16 فمافوق مواد صلبة . البرافينات العادية تقلل من الأوكتان والمتفرعة تزيده .

**1.2.1 النفثينات(الكان حلقى):**

وهى من اكثر الهيدروكربونات تواجدا" فى البترول

**1.1.3 الأروماتيات :**

البنزولو التولوين و يفصلان من قطفات الجازولين.

**1.1.4 خام كبريت :**

اكثر من 0.5 %يعد خام عالى الكبريت وايضا يحتو ى على مركبات نيتروجينه و أكسجينه و مركبات لفلتية وراتنجية تكسب البترول لونا غامغاً ( فحم الكوك ).

## 2.1 تصنيف البترول :

### 1.2.1 ذو الأساس البرافينى :

يحتوى على شموع برافينة وعلى كميات ضئيلة من الأسفلت أو قد يخلو.[الإستخدام فى إنتاج زيوت التزييت إذ يحتوى على كميات من الشمع ].

### 2.2.1 الأسفلتى :

يحتوى على مواد أسفلتية بكميات كبيرة وشمعية بكميات ضئيلة هذا النوع يحتاج لمعالجات .

### 3.2.1 ذو الأساس المختلط :

خليطيحتوى على شمع برافين و أسفلت بالتساوى .

## 3.1 خواص البترول

### 1.3.1 الوزن النوعى:

الوزن النوعى للسائل أو الغاز وزن وحدة حجم المادة والكثافة كمية المادة الموجودة فى وحدة الحجم.

**2.3.1 الوزن النسبى** :نسبة كثافة المادة الى الماء النقى عند درجة الحرارة القياسية 4درجة مؤية للماء و20للمنتج البترولى ويرمز لها d420.

### 3.3.1 درجة API: مقلوب الوزن النوعى النسبى

$$DegreeAPI = \frac{141.5}{Sp.gr.60/60^{o}F} - 131.5$$

**4.3.1 اللزوجة الديناميكية :**

تقاس باسكال ثانية ,الكينامتية وهى النسبة بين الديناميكية والكثافة النسبيه متر$^2$/ ث.

**5.3.1 الوزن الجزيئ :**

**250**– 300يعتمد على المكونات الداخلة فى الخام ويذداد بارتفاع درجات الحرارة.

**6.3.1 معامل الإنكسار:**

تغير سرعة الاشعة واتجاهها من وسط لأخر وهو النسبة بين زاوية السقوط والإنكسار(6).

## 4.1 عمليات تكرير البترول

**1.4.1 الفيزيائية (الفصل Separation) [التقطير–الاستخلاص بالمزيب–التبريد ]**

1.1.4.1 التقطير (Distillation)

هو تبخير سائل نفطي في وعاء مناسب اما تحت الضغط الجوي او ضغط مخلخل ثم تكثيفه وإستقباله في وعاء آخر بعملية التقطير وتسجيل المعلومات الأتية:

بداية درجة الغليان , درجة الغليان النهائية نقطة الجفاف, الفضلات .

أ.التقطير التجزيئي (Fractional distillation)

تجر ي هذه العملية على نطاق واسع جداً وبسعة تبلغ بضعة الآف من البراميل يومياً حيث يتم ضخ النفط الخام بسرعة من خلال أنابيب فولاذية تمر داخل فرن التسخين وتسخن إما بحرق الغاز أو النفط بدرجات حرارة تصل إلى $^{\circ}C$ 400 . ثم يمر مزيج البخار والنفط بأبراج أسطوانية عمودية يصل إرتفاعها الى 45م. حيث كل برج يحتوي على 30–40 طبقة تجزئة موضوعة على أبعاد متساوية من بعضها تعمل هذه

الصفائح للمساعدة على تكثيف المشتق النفطي. وتعتمد قابلية الفصل على عدد الصفائح الموجودة في العمود. جزء من السائل المتكثف يعرف بالمتصاعد Reflux ينصب من أعلى العمود وينساب الى الأسفل من طبقة الى اخرى ويكون في تماس مع الأبخرة المتصاعدة عليه فعند كل طبقة تحدث كلا العمليتين التكثيف والتبخير وتستمر هذه الحالة الى أن يحدث توازن بالتركيز للمواقع المطلوبة.

ب. التقطير الابتدائي

يغلي الماء في درجة معينة تعرف بـ"نقطة الغليان" ويغلي خليط من سائلين قابلين للامتزاج عند درجة تقع بين نقطتي غليان كل منهما. ولكن السائل ذو درجة الغليان المنخفضة يتبخر أسرع من السائل الآخر، وبالتالي تكون نسبته المئوية في البخار أكثر من نسبته المئوية في المزيج السائل. وعند تكثيف بخار الخليط ينتج مزيج تزيد فيه نسبة السائل ذي نقطي الغليان المنخفضة. وباستمرار عملية غليان المزيج، تنقص فيه نسبة السائل ذي نقطة الغليان المنخفضة تدريجيًا. وعندئذ ترتفع نقطة غليان المزيج حتى يكاد البخار لا يحتوي إلا على السائل ذي نقطة الغليان المرتفعة. وهذه العملية نطلق عليها "التقطير" وبواسطتها يمكن تقسيم المزيج تقريباً إلى المادتين اللتين يتكون منهما. وهذه هي الطريقة التي تتبع في التقطير الإبتدائي للزيت الخام بهدف فصله إلى المجموعات الهيدروكربونية التي يتكون منها. وتعد هذه العمليات الخطوة الأولى التي تستخدم في معامل تكرير البترول لفصل الزيت الخام إلى مكوناته الأساسية الستة السابق ذكرها. ولكل مجموعة من المواد الهيدروكربونية مدى غليان محددونظرًا لأن الزيت الخام يتكون من جزيئات هيدروكربونية بعضها صغير ذو درجات غليان منخفضة، والبعض الآخر كبير ذو درجات غليان مرتفعة،

فإنه يمكن تجزئه الزيت الخام إلى "قطفات"تكو ّن كل منها مجموعة مكونات هيدروكربونية، وذلك بتسخينه. وتتم عمليه التقطير الإبتدائي على النحو التالي:

(1) يدفع زيت البترول الخام بالمضخات من مستودعاته إلى فرن، فيتبخر تبخر ً ا جزئيّ ا ً . ويمر البخار إلى برج التجزئة، ويرتفع تدريجيّ ا خلال صواني البرج، وكلما ارتفع البخار إنخفضت درجة حرارته، وتكثف جزء منه على كل "صينية" من "الصواني" التي يتكون منها برج التجزئة. فإذا ما إمتلأت إحدى الصواني ما عليها من سائل زائد، وسقط على الصينية التي تليها. وتكون كل صينية، عادة، أقل حرارة من التي تحتها، أي أنه كلما كان موقع الصينية مرتفع ً ا كانت المواد المتجمعة عليها أقل كثافة، وكلما اخترقت فقاعات البخار سائلاً على إحدى هذه الصواني، من خلال حاجز الفقاقيع، تكثف من البخار ذلك الجزء الذي له مدى غليان السائل الموجود على هذه الصينية نفسه، أما المواد الخفيفة التي قد تكون مختلطة بالسائل فإنها تنفصل على شكل بخار مرة أخرى، وتنتقل إلى الصينية التي تعلوها.

(2) ويمكن التحكم في درجة حرارة برج التجزئة بتمرير السائل الموجود في أسفل البرج، في فرن لغليه من جديد، كما يمكن التحكم في درجة الحرارة أعلى البرج بإعادة دفع جزء معين من المنتج الذي يخرج من هذه المنطقة بعد تكثيفه، وتسمّى هذه العملية "الارتداد"، ومع أنه يتجمع على كل صينية من صواني برج التجزئة سائل له مدى غليان يختلف قليلاً، فإن جزء ً ا معين ً ا من المنتج سوف يكثف، رغم أن مدى غليانه أقل من مدى غليان معظم السائل المتجمع على الصينية. وعندئذ يتم سحب السائل من صواني خاصة إلى أعلى أبراج جانبية. وفي هذه الأبراج يفيض السائل مجتازاً عدد ً ا قليلاً من الصواني، بينما تطرد الأبخرة المتصاعدة المواد الأقل كثافة. وبذلك يتحدد مدى غليان السائل المنتج، وتعود الهيدروكربونات التي تطرد بالغليان إلى

البرج الرئيس. وبإستخدام أبراج التنقية الجانبية، يمكن الحصول على الجازولين والكيروسين والسولار من الزيت الخام بدون الحاجة إلى تقطير آخر.

(3) والمنتجات الرئيسة التي تؤخذ من برج التقطير تحت الضغط الجوي هي: الغازات البترولية الخفيفة، التي تستخدم في صناعة الأسمدة، والبوتاجاز والجازولين الذي يستخدم في إنتاج بنزين السيارات، والكيروسين ووقود النفاثات، والسولار، والديزل، وزيت الوقود "المازوت"الذي يستخدم وقوداً أو تغذية لعملية التقطير تحت الضغط المخلخل.

**(4) منتجات التقطير الابتدائي**

**(1) الغازات البترولية المسالة (L.P.G) :Liquefied Petroleum gases**

هي خليط من غازي البروبان والبيوتان، اللذان يمكن تحويلهما إلى سائل تحت الضغط. ويمكن الحصول عليهما من الغاز الطبيعي، أو من وحدة الجازولين الطبيعي، وكذلك من وحدة التقطير الابتدائي. وهي تعتبر وقوداً منزلياً مهماً "البوتاجاز"، وكذلك تستخدم مواد وسيطة في الصناعة البتروكيماوية. ويجب الإهتمام بإزالة غاز كبريتيد الهيدروجين منها؛ حيث إنه يسبب مشكلات التآكل.ويتم الحصول من أجهزة التقطير أيضاً على غازي الميثان والأيثان. وهي غازات غير قابلة للتكثيف تحت الضغط الجوي، وتستعمل في صناعة الأسمدة.

**(2) الجازولين "البنزين" Gasoline :**

هي القطفة البترولية التي يصل مدى غليانها حتى 150°م، وهي خليط من الهيدروكربونات من $C_4$ حتى $C_{12}$، والجازولين غني بالبارافينات العادية والمتفرعة، وكذلك النافثينات وحيدة الحلقة، التي من الممكن أن تكون لها سلاسل جانبية صغيرة، كذلك توجد الهيدروكربونات الأروماتية "العطرية" مثل البنزول والتولوين والزيلين، وأيضاً يوجد إيثيل البنزول. أما بالنسبة لمركبات الكبريت، فتوجد المركبتانات بصفة رئيسة وأحادي الكبريتيد. كذلك يوجد في الجازولين الأحماض الأليفاتية القصيرة والفينولات. وفصل مركب مفرد من الجازولين عملية صعبة وغير ممكنة نظراً لكثرة عدد الأيزومرات.

**(3) الكيروسين Kerosine**

هو المنتج الرئيس لعملية التكرير من حيث حجم الإنتاج، ويستخدم في الإضاءة وكذلك يستخدم وقوداً منزلياً للطبخ والتدفئة، ومكوناً أساسياً لوقود النفاثات. ويشمل القطفة البترولية ذات مدى الغليان من 150 – 250°م، ويحتوي على البارافينات من $C_{12}$ حتى $C_{16}$، كذلك النافثينات ثنائية الحلقة والهيدروكربونات العطرية أحادية الحلقة ذات السلسلة الجانبية الطويلة، مع العطريات ثنائية الحلقة والمركبتانات الحلقية، وتوجد الأحماض النفثينية مع الأحماض الأليفاتية في الكيروسين.

**(4) السولار "وقود الغاز" Gas Oil (solar)**

قطفة البترولية التي تغلي من 250°م حتى 350°م، وتحتوي على البارافينات من ذرة الكربون 17 حتى الكربون 20 ($C_{17} - C_{20}$)، والنافثينات ثنائية الحلقة مع العطريات أحادية الحلقة، التي بها عدد كبير من السلاسل الألكيلية الجانبية، وكذلك العطريات ثنائية الحلقة. وتوجد الأنواع المختلفة من المركبات الكبريتية. كذلك المركبات النتروجينية القاعدية وغير القاعدية، وكذلك يمكن إستخلاص الأحماض الدهنية من السولار. ويمكن الحصول على وقود محركات الديزل المختلفة من مقطرات الكيروسين والسولار مدى غليانه 180°م حتى 360°م غالباً، وهي قطفات ذات مدى غليان ضيق حسب نوع محرك الديزل(6).

**شكل رقم 1 يوضح نواتج التقطير الإبتدائى(13).**

**ج. التقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي" VACUUM DISTILLATION**

وتستخدم هذه الطريقة لتجزئة زيت الوقود الثقيل "المازوت" الناتج من عملية التقطير **الإبتدائي** بيتومين "إسفلت" ومواد أخرى "سولار ومقطرات شمعية" وتستخدم أساسًا في إنتاج زيوت التزييت والشحومات، كما يمكن إستخدامها في عمليات التكسير الحراري أو بالعوامل المساعدة التي سيرد ذكرها فيما بعد. والتقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي" يتيح خفض درجة الحرارة اللازمة لتبخير أكبر جزء من زيت الوقود الثقيل "المازوت" للحصول على الإسفلت؛ ذلك لأن درجة الحرارة التي يغلي عندها السائل ترتبط بالضغط الواقع عليه. إذ يمكن تخفيض نقطة غليان السائل بتخفيض الضغط الواقع عليه. وهذه العملية لتفادي عملية التكسير لو تم التقطير تحت الضغط الجوي، إذ إن درجة حرارة زيت الوقود الثقيل "المازوت" إذا ما ارتفعت إلى الدرجات العالية التي يتطلبها تقطيره تحت الضغط الجوي العادي، فإنه لن يتبخر فحسب، بل يتكسر إلى مكونات لها خواصمختلفة تمامًا عن المنتج المطلوبوتحقق هذه الطريقة خفضًا ملحوظًا في التكاليف. وفي هذه الطريقة تستخدم أجهزة أو مضخات التفريغ Vacuum Pumps للإحتفاظ بضغط منخفض. كما تستخدم مضخات لرفع الزيت خلال فرن إلى برج التقطير تحت الضغط المنخفض، إذ إن التفريغ يحول دون سحب الزيت بالتدفق الطبيعي.ويتحول الزيت إلى بخار وينساب البتيومين "الإسفلت" إلى القاع، حيث يقابله بخار ماء ذو درجة حرارة عالية، يتسبب في دفع ما قد يكون عالقًا بالإسفلت من مواد زيتية قليلة الكثافة إلى أعلى البرج.تخرج الأجزاء ذات الكثافة المنخفضة من أعلى البرج على شكل بخار مختلط ببخار الماء، ليمر على مكثف يكثفهما معًا، ثم يدخل المزيج من السولار والبخار المتكثفين إلى برج الإسترجاع، فترد الأبخرة بسحبها بالمضخات إلى أعلى صينية من صواني برج التجزئة. ويسحب الباقي باعتباره أحد المنتجات النهائية، ويتم سحب الغاز غير المتكثف من أعلى البرج بواسطة مضخات التفريغ.

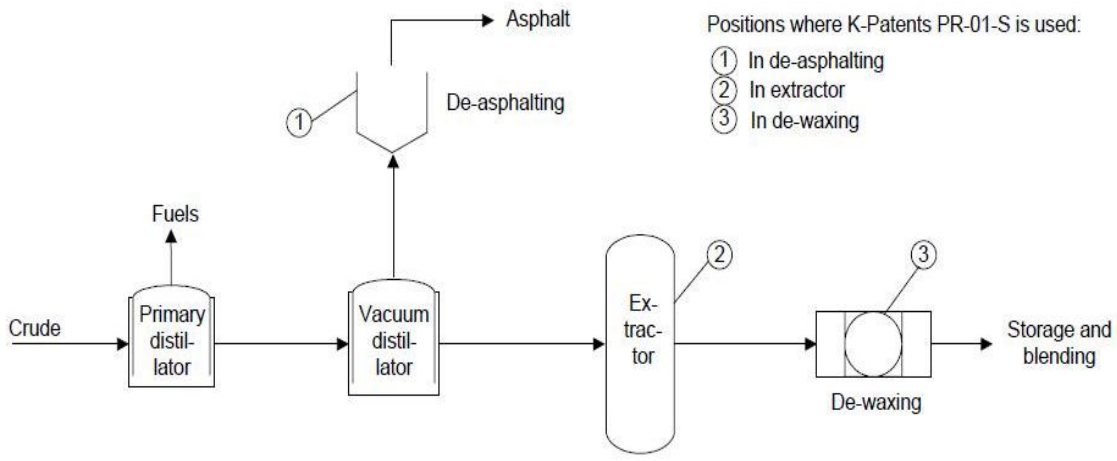
وتسحب السوائل من برج التقطير على أبعاد مختلفة، ويمرر كل سائل ببرج تثبيت STABILIZER، لفصل المواد الخفيفة بالاستعانة ببخار الماء وإعادتها إلى البرج.أما الباقي فيبرد على حدة، وهو أساساً السولار والمقطرات الشمعية التي تصبح المادة الخام لصناعة زيوت التزييت والشحومات، كما يمكن استخدامها في عمليات التكسير بالعوامل المساعدة، ويتبقى البيتومين "الإسفلت" في قاع البرج. وفي عملية التقطير تحت الضغط المنخفض، يمكن الإحتفاظ بالتوزيع الصحيح للحرارة بضبط درجة حرارة المازوت الداخل، كذلك بضبط كميات السولار المرتد الذي تعيده المضخات من برج الإسترجاع إلى البرج، أي يتم تسخين برج التقطير من أسفل إلى أعلى بواسطة المازوت، ويتم تبريده من أعلى إلى أسفل بتأثير الزيت المرتد الذي يسيل من صينية إلى أخرى وبهذا نخلص الى نواتج التقطير الفراغى :-

**(1) زيوت التزييت Lubricating Oils :**

توجد في القطفة التي تغلي من 350°م حتى 500°م ،ويمكن تقسميها إلى زيوت خفيفة تغلي في المدى 350 – 400°م، وزيوت متوسطة من 400 – 450°م، وزيوت ثقيلة تغلي من 450 – 500°م. وهذه القطفات تحتوي على خليط من الزيوت والشموع والإسفلت، وتختلف نسب هذه المركبات في زيوت التزييت حسب نوع الخام.فالخام ذو القاعدة البارافينية غالباً لا يحتوي على الإسفلت، والخام ذو القاعدة الإسفلتية لا يحتوي غالباً على الشموع. والبارافينات في زيوت التزييت تصل عدد ذرات الكربون بها حتى 42 ذرة كربون. والنافثينات ذات حلقات رباعية وخماسية، أما العطريات فهي وحيدة الحلقة حتى ثلاث حلقات، وبها سلاسل جانبية قصيرة. كذلك يمكن تواجد خمسة حلقات في المركبات العليا. وتوجد المركبات الكبريتية ذات الوزن الجزيئي الكبير في زيوت التزييت، كذلك توجد مشتقات الأحماض الكربوكسلية.

**(2) البيتومين** "**الإسفلت**" وهو المتبقي من عملية التقطير تحت التفريغ في الخام ذو القاعدة الإسفلتية.

### 2.1.4.1الإستخلاص بالمذيبات Solvent Extraction




**شكل رقم 2 خطوات الإستخلاص بالمذيب( 14)**

يتم فصل مكونات الخام في عملية التقطير حسب درجة غليان كل قطفة، وحسب حجم الجزيئات، وليس حسب نوعها، أما في عملية الإستخلاص بالمذيبات، فيتم الفصل حسب النوع الكيميائي للجزيئات، مثل بارافينات أو عطريات أو نافثينات. يدخل في نطاق عملية الإستخلاص بالمذيبات –التي تعد واحدة من عمليات الفصل المستخدمة في معامل تكرير البترول . عملية إنتاج زيوت التزييت، وفيما يلي شرح مبسط لها. سبق ذكر أن المقطرات الشمعية الناتجة من عمليات التقطير تحت الضغط المخلخل "التفريغي"، التي يمكن الحصول عليها من مستويات مختلفة من البرج، يمكن معالجتها لإنتاج زيوت التزييت. وكذلك بالنسبة للمتبقي في قاع البرج، وكل ذلك يتم في حالة معالجة الخامات البارافينية، فهذه المقطرات الشمعية

تشكل المواد الأولية اللازمة لإنتاج زيوت التزييت الخفيفة والمتوسطة والثقيلة، كما يعد المتبقي في قاع البرج المادة الأولية اللازمة لإنتاج الزيوت المتبقية BRIGHT STOCKS ومن الضروري أن تكون هذه الزيوت على درجة عالية من النقاء، وأن تتوفر فيها المواصفات القياسية العالمية نظر ًا لدورها الخطير في كافة الإستخدامات. ولتحقيق ذلك، يلزم معالجة المقطرات الشمعية والمتبقي، بإستخدام مذيبات خاصة، لإستخلاص الشوائب من زيوت التزييت. ومن هذه المذيبات:

أ. يستخدم البروبان لإزالة المواد الإسفلتية من المتبقي الثقيل في قاع البرج.

ب. يستخدم مذيب الفورفورال ومذيب الفينول لتنقية المواد الخام من المركبات العطرية.

ج. يستخدم مذيب البنزول والتولوين والميثيل أيثيل كيتون وغيرهما، لتخليص الزيوت من الشموع العالقة بها ويجري فصل الشموع من المستخلص بالتبريد.

د. تستخدم أنواع عديدة من الطفلة الطبيعية أو الصناعية، لتنقية الزيوت من الشوائب والألوان... إلخ، ويمكن الإستعاضة عن هذه العملية بالتنقية عن طريق المعالجة بالهيدروجين، وهو الإتجاه العالمي الآن.

هـ. للحصول على القطفات المطلوبة، تتم عمليات تقطير لكل من هذه المنتجات، وكذلك عمليات إضافة بعض القطفات لبعضها.

و. يتم إضافة إضافات معينة لكل نوع من الزيوت، لتحسين مواصفاته أو لمنع الأكسدة، وذلك قبل طرح الزيوت في الأسواق. تتم تعبئة الزيوت في عبوات خاصة مختلفة الحجم.

### 3.1.4.1 التبريد

أ. فصل "فرز" الغازات . عملية تثبيت البنزين:

يدخل في نطاق عمليات التبريد . التي تعد واحدة من عمليات الفصل المستخدمة في صناعة التكرير . عملية فصل "فرز" الغازات الناتجة من عمليتي التكسير الحراري والتكسير بالعوامل المساعدة في معامل التكرير. وتعد هذه الغازات من أهم المصادر والمواد الأولية اللازمة للصناعة البتروكيماوية، والمصدر الآخر هو الغاز الطبيعي الذي يستخرج من بعض الآبار.وتشمل عملية فصل الغازات تبريد الغاز تبريد ًا عميق ًا. كان الغاز الطبيعي في الماضي يحرق باعتباره عديم الفائدة، وكانت كميات قليلة منه تستخدم في تصنيع أسود الكربون، Carbon Black أو وقود ًا في حقول البترول. وبعد ذلك أمكن فصل الغازات الطبيعية إلى نوعين من الغازات(رطب – جاف ).

*تخزين البنزين فى الاجواء الحارة يؤدى لتبخر البروبان والبيوتان .

### 2.4.1 التحولات الكيميائية (Conversion ):

عمليات تجرى تحت تاثير الحرارة والضغط والعوامل المساعدة و أهدف زادة كمية الوقود وجودته وهى تشمل الاتى :

1- التحولات الحرارية:

( أ) التكسير الحرارى TH.Cالثقيلة إلى خفيفه المازوت الى بنزين إضافى.البرافينات الثقيلة تتحول الى برافينات خفيفة واليفينات . والأوليفينات غير مستقرة بمزيد من التكسير تتحول أولفينات صغيرة ثم تبلمر أما الكبيرة تتحول الى حلقية نافثنية ينزع منها الهيدروجين لتتكون العطريات التى بدورها تتكاثف لتكوين فحم الكوك.

(ب) البيروليز PYROLYSIS على الغازات2و4 ذرة كربون والعطريات الخفيفة القليلة الأوكتان(النافثا) فى درجة850 مؤية لينتج غاز الايثلين والبروبيلين والبيوتيلين وهى المواد الأولية لصناعة البتروكيماويات .

2-التكسير بالعامل المساعد إنتاج بنزين أجود بدون الحوجة لضغط عال(التكسير H/ALSi)

3- الإصلاح الحفزى reforming(الأوكتان المنخفض لمرتفع)ptنزع H1 من النافثنيات(15).

### 3.4.1المعالجة Treatment

إزالة $H_2S$ بمحلول NaOH او فوسفات البتاسيوم إذا كانت الكمية كبيرةوإزالة R SH - NaOH

**التنقية بالهيدروجين:**

أ. الهدرجة مع إزالة الكبريت

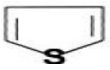
1- للمركتبانات

$$RSH + H_2 \rightarrow RH + H_2S$$

2- للكبريتيد

$$R_2S + 2H_2 \rightarrow 2RH + H_2S$$

3- للثيوفين



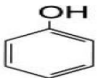

$$+ 4H_2 \longrightarrow C_4H_{10} + H_2S$$

ب–الهدرجة مع إزالة النتروجين من البيرول والبيريدين

$$+ 4H_2 \longrightarrow C_4H_{10} + NH_3$$

$$+ 5H_2 \longrightarrow C_5H_{12} + NH_3$$

ج–الهدرجة|( بإزالة الأكسجين والهالوجين) والتشبع للأولفين:



$$+ H_2 \longrightarrow \quad + H_2O$$

$$RCl + H_2 \longrightarrow RH + HCl$$

$$C_5H_{10} + H_2 \longrightarrow C_2H_{12}$$

بنتين بنتان

## 5.1زيوت التزييت للمحركات Lubricating Engine Oil :

LUBRICATION مشتق لاتيني من LUBRICAN ومعناها حدوث إنزلاق بين سطحين متحركين بوجود ماده سائله او لزجه او غازية لتخفيض عامل الإحتكاك

**1.5.1 زيت المحرك:**

هوشريان حياة الماكينة فهو يحافظ على الأجزاء المتحركة من البرى والتآكل بواسطة تقليل الإحتكاك كما يعمل على تنظيف الماكينة من الشوائب والرواسب ويخفف حرار ة المحرك التي تودي الى ليونة الأجزاء المتحركة مما يجعلها عرضه للتآكل – مكان عمل الزيت هو أجزاء الماكينه أذ يعمل على تشحيم هذه الأجزاء المتحركه و خصوصاغر فة الإحتراق الداخلي (1).__**2.5.1 تاريخ التزييت**

منذ قديم الزمان وقبل آلاف من السنين قبل الميلاد كانت مادة التزييت هي الماء ثم بعد ذلك عرفت الزيوت الحيوانيه والنباتيه التي استخدمت في بعض الآلات الخشبيه المصنوعة لحمل الأثقال والأحمال ذات الأوزان الكبيرة.

فى عام 1760م في بريطانيه بداءت الثورهالصناعيه لإستمرة الى أن ظهرت صناعة الحديد الصلب لإختراع الآلات التجاريه والقطارات وتم تزييتها بواسطة الزيوت الحيوانيه مثل زيت العنبر. في عام 1850م بدأت كميات صغيرة من البترول يتم إنتاجها في الولايات الأمريكيه . وفي عام 1880م تم إنتاج البترول من الأبار وولدت صناعة البترول حيث تم تقطير خام البترول . في عام 1853م تم إنتاج الكيروسين من قبل العالم البولندي إجناسي وفي عام 1861م تم انشاء أول معمل للتقطير في روسيا (ميردوف) . وكانت أول مصفاة لإنتاج الكيروسين وسرعان ما تم إكتشاف التقطير الفراغي . 1913م طورت أول عملية تكسير حراري .بحلول عام 1920م تم تجميع مواد التشحيم من الصابونيات وفي عام 1930م تم

تقطير المواد المضافة لتحسين الزيوت من حيث الاداء . 1940م ظهرت المنظفات وبداء إستخدامها في عام 1960م . مواد التشحيم تعمل على تحسين نعومة حركة سطح على آخر وعادة ماتكون سائله أو شبه سائله وقد تكون صلبه او غازيه.

**3.5.1 خصائص زيوت التزييت:**

الوظيفة الأساسيه هي الحد من الإحتكاك ومنع التآكل وهي كالاتي :

1- منع أو تقليل حدوث إحتكاك صلب بين الأسطح المعدنيه المتحركه.

2- يعمل على تبريد أجزاء المحرك بنقل الحرارة .

3- تنظيف وتشتيت الرواسب المختلفه الناتجة من عملية الإحتراق .

4- منع التسريب : منع دخول الماء والأتربه وسد الشقوق والفراغات .

5- يحمي أجزاء المحرك من الصداء والأكسدة حيث تحدث الأكسدة لاسطح المعادن .

**6**-أن يؤدي عمله في مجال واسع من الحرارهو أن يحافظ على خصائصه عند الإستخدام .

**4.5.1 خواص الزيوت الكيميائية والفيزيائية :**

ملحوظه أهمها اللزوجه ومؤشر اللزوجه

*اللزوجه المنخفضه تعرض أجزاء المحرك للبلى والتآكل ويؤدي لتدهور المحرك.

*اللزوجه العالية تساهم في هدر طاقة المحرك وتسبب له صعوبات عند بداية الحركه .

*وجود مواد طياره في الزيت تؤدي لنقصان في كمية الزيت .

(1) اللزوجه:

اهم خاصيه للزيوت هي اللزوجه إذ تحافظ على الغشاء بين الأجزاء المتحركه. وهى مقاومة السائل للإحتكاك الداخلى .

إذ يجب أن تتمتع الزيوت بلزوجه كافيه للحفاظ على الغشاء الفاصل بين الأجزاء المتحركه ولا تكن منخفضه بحيث لايمكن أن ينساب الزيت بصوره كافيه لجميع أجزاء المحرك.

(2) معامل اللزوجه:

يشير الى نقص اللزوجة بفعل الحراره المدى الكبير يدل على التغير الخفيف فى اللزوجة.

(3) نقطة الانسكاب :

ادنى درجة حراره يمكن ان يسكب معها الزيت بصوره مرضيه.

(4) نقطة الوميض :

أدنى درجة حرارة للزيت يعطي معها قابليه للإشتعال في وجود أبخره . لذى درجة الوميض العالية أمر مرغوب فيه لان الدرجة التي تليها درجة الإشتعال .

(5) قلوية الزيت:

مو اد قاعدية تضاف للزيت لمعادلة الأحماض المتكونة اثناء التشغيل وتعمل على حفظ المحرك من التآكل.

(6) الكثافة :

تتغير بتغير الضغط والحرارة تقل الكثافة بزيادة الحرارة . الكثافة = حرارة الزيت– (حرارة الغرفة X ثابت الجهاز) + قراءة الجهاز.

(7) القاعدية :

كمية الحمض لعدد جرامات KOH اللازمة لمعادلة كل المحتوى القاعدى فى 1جم من العينة.

### 5.5.1 درجات الزيت

درجات الزيت (أحادي – متعدد الدرجات ) SAE إنشاة نظام الرمز العدد لتصنيف الزيوت وفقا" للزوجة الحركيه و لكي يودي الزيت وظيفته لابد ان تكون لزوجتة وهي درجة سماكة قوامه او مقاومته للتدفق قادرة على التماسك فى ظل ظروف التشغيل المختلفة .قوامه يرق عند التسخين ويزداد سماكة عند البرودة.

**أ/ الزيت أحادى الدرجة MONO – GRADE:**

هو الذى تحدد لزوجته وفقا لدرجة حرارة واحده إما مرتفعة أو منخفضه. 60,50,40,30,25,20,10,5,0 عندما يسبق الأرقام الحرف W وهو يدل على فصل الشتاء او البداية البارده لمعنى اللزوجة عند درجة حرارة منخفضة وبالتالي الرقم الذى يدل على ذلك يكون اقل إذ يقل بإنخفاض درجة الحراره (W 0,5,10,20,25,30) والأرقام بدون حرف W تعني اللزوجة في فصل الصيف ويكون الرقموأ الرمز العدد اكبرا ٍذ يرمزللزوجة عند فصل الصيف او عند حرارة التشغيل (40,50,60) . يتم قياس اللزوجة الحركية للزيوت احادية الدرجة عند 100 م وهي درجة الحرارة المرجعية والمقصود منها انها تقارب درجة حرارة التشغيل التي يتعرض لها المحرك ودرجة الحرارة العالية يقابلها رقم أعلى.

**ب/** زيت متعدد الدرجات MULTI GRADE :

درجة الحرارة التي يتعرض لها الزيت في معظم السيارات ذات مدى واسع بدا من الحرارة المحيطة أو البارده في فصل الشتاء اي درجات الحرارة أثناء التشغيل في فصل الصيف ويلاحظ الفرق بين

الحرارتين أكبر . ولكي نجعل الزيت يتوافق مع هذا المدى الواسع يتم اضافة مضافات كميائيه للزيت تسمى محسنات اللزوجة وهي التي تجعل الزيت متعدد الدرجات وينتج زيت صالح طوال العام ولكل الظروف في فصول السنه المختلفه.

**ج/** زيت المحرك المخلق او الإصطناعي SYNTHETIC OIL :

يتم نتيجة لتفاعل كميائي يسمى التوليف او التخليق والمحصلة جزيئات الزيت على شكلو احد وهي اكثر مقاومة للحرارة وللأكسدة ويستحال إنتاجها من تكرير البترول ولكنها اكثر تكلفة من الزيوت المعدنية وهناك زيت شبه مصنع وينتج باضافة الزيت كامل التصنيع الى الزيت المعدني بنسب معينه 30 % ليصبح شبه مصنع .

**6.5.1 الاشتراطات القياسية فى الزيوت:**

1- متجانسة الخلط - خالية من الرواسب والأتربة والمياه والمواد الخادشة.

2- تحتوى على مضافات كيميائية لتحسين الخواص والأداء.

3-ان تكون تلك المضافات قابلة للزوبان فى والا تترسب او تنفصل حتى 125 درجة مؤية.

4- معامل اللزوجة لا يقل عن 120.

5- الرقم القاعدى لايقل عن 8 للخدمة الخفيفة وللثقيلة لا يقل عن 12 .

6- الرماد المكبرت اقل من او يساوى 0.5 جم .

**7.5.1 العوامل المؤثرة على المحرك:**

1- الإحتكاك:

القوى المقاومة للحركة بين سطحين متحركين متلامسين (مقبول فى حالة الفرامل ).

التآكل والحرارة من العوامل المؤدية لإنهيار المحرك.الاحتكاك ساكن وحركى الحركى( انزلاقى – مائع) الانزلاقى إحتكاك سطحين أو جسمين صلبين ببعضهما نتيجة إنزلاق أحدهما علي الآخر أما المائع تحرك جسم صلب خلال سائل أو هواء (مقاومة هواء لحركة الطائرة).

2التآكل :

إنهيار متقدم ناتج من فقد جزء من المادة المستخدمة بسبب تلامس متواصل بين جسمين متحركين فوق بعضهما (2).

## 6.1 تصنيف مواد التزليق:

### 1.6.1 تصنيف عام

1– مواد تزليق سائلة تتوقف على نوع زيت الأساس(زيوت نباتية – حيوانية – صناعية ). الزيوت النباتية والحيوانية لا تستخدم كزيوت محركات لان عند اضافتها او تعريضها للحرارة تتكون مواد غير مرغوب فيها مثل الأحماض الدهنيه , ولكنها تستخدم في صناعة الشحم .

2– شبه الصلبه (الزيوت النباتية والحيوانية تضاف للصابون والماء لتتحول لمواد شبه صلبه تستخدم في التشاحيم .

3– الصلبه بالر غم من إن بعض مواد التزلييق صلبه لاكنها تستطيع خفض الإحتكاك والحرارة بين الأسطح المنزلقه دون الحوجة لوسط سائل (جرافيت– نتريت البورون السداسي– مليبوريوم ثنائي تعمل في مجال حراره

أوسع من مواد التشحيم السائله الإستخدام بعضها البرافين composers – الميليديوم في فراغات الشاحنات والقاطرات– التلسفون.

### 2.6.1 على حسب التطبيق

زيوت محركات– هيدروليك– قطع– كمبروسر– محولات– قمع للحرارة– زيوت ناقلة للحركة

### 3.6.1 على حسب الإضافات

(مضافات أكسده– رغوه– تآكل– محسنات لزوجه– منظفه– مشتته– محسنات الإنسكاب– Ep)

## 7.1أنواع التزليق ومواده

### 1.7.1 أنواع التزليقات:

1.التزليق الذاتي تزود الأسطح المنزلقة بكمية من مادة التزليق يحافظ عليها من الضياع بإحكام مكان وجودها .

2التز ليق بالتناثر يجري بتثبيت الزيت تحت تيار من الهواء لرفعه وتوزيعه أو كما يحدث في محرك السيارة حيث ينغمر محور عمود المرفق وجزء من ذراع التوصيل في الزيت ويتناثر الزيت من حوض المرفق إلى جدار القميص بفعل دوران عمود المرفق وحركة ذراع التوصيل.

3.التزليق الجبري يتم بالحقن المباشر من مضخة إلى مواضع محددة.

4.التزليق بالتثاقل (التقطير) تعتمد على خاصية وزن السائل، وتتم يدوياً أو بالقطارة، وقد تتكون من مزيتة لها وعاء يملأ بالزيت الذي يتسرب منها خلال ثقب دقيق إلى الجزء المراد تزليقه.

### 2.7.1 مواد التزليق

1- بترولیه – البرافین – النافثلین او mixture(سائله) معدنیه سائله (صناعیه) .

2- ترکیبه: مواد سائله زیتیه تختلف خصائصها بإختلاف ترکیبتها الکیمیائیه (أملاح الأحماض العضویه ثنائیة القاعده- السلیکونات...).

3- شحم التزلیق (شبه صلبه): مرکبات صابونیه (صوابین الألمونیوم- الباریوم- الکالسیوم-الصودیوم) ومرکبات غیر صابونیه مثل الصلصال المعدل والسلیکات الناعمه.

### 3.7.1 طرق التزلیق:

1- التقطیر : تعتمد على الوزن وتتم یدویاً او بالقطاره أو الرش أو الغمر .

2- الإستقرار: تتم باستخدام مضخه.

3- بالرزاز: تثبیت الزیت تحت تیار من الهواء لرفعه وتوزیعه.

4- الزاتي :تزود الأسطح المنزلقه بکمیة من الزیت یحافظ علیها من الضیاع والإنهیار.

### 4.7.1 طبقة التزییت الهیدرودینامیکیة (Hydrodynamic or Fluid Film):

من المتعارف علیه هندسیا" إنه في حالات الأحمال العالیة لزوجة مادة التزییت لا تکون کافیة وحدها لضمان وجود طبقة (film) التزییت بین الأسطح المتحرکة ولذلك فأن نوع الزیت أو الشحم المختار لابد أن یکون من الأنواع التي تتحمل ضغوط عالیة وذلك حتى تساعد الحمل لحین تکوین الطبقة المغلفة المطلوبة ومن الشکل الموضح نجد انه في حالة عدم الدوران یکون الجسم المعلق محمل على الأخر محاولا" طرد طبقة التزییت ما بین الجسمین ومع بدء الدوران تبدأ مادة التزییت بالالتصاق بالجسم الدوار وتبدأ بالتقدم

تدريجيا" للوصول إلى الالتصاق الكامل ومع زيادة السرعة يرتفع ضغط مادة التزييت وتتكون طبقة كاملة فاصلة ما بين الجسمين.

### 5.7.1 العوامل المؤثرة على تشكيل طبقة التزييت:

1 – لزوجة مادة التزييت لابد أن تكون عالية ومناسبة و تساعد مادة التزييت على تواجدها بين الأجسام المتلاصقة حتى يحدث عملية الفصل الكامل بين الجسمين عند الدوران والوصول إلى سرعة التشغيل.

**2**– سرعة التشغيل لابد أن تكون كافية لتعطى فرصة لتشكيل مادة التزييت وأيضا" لاحتفاظ الأجزاء المتلامسة بطبقة التزييت الموجودة.

3 –الأسطح المتلامسة لابد أن تكون ناعمة جدا" ولا يوجد بها أجزاء محدبة يمكنها أن تكسر طبقة التزييت.

ومما سبق يمكن القول أن التزييت الهيدروديناميكى يقلل من حدوث الإحتكاكات مما يقلل من حدوث التآكل والوصول به إلى الحدود المقبولة صناعيا.

### 6.7.1 التزييت الهيدروستاتيكى(Hydrostatic lubrication):

تستعمل هذه الطريقة في بعض كراسي المعدات الثقيلة عند بدء الحركة فقط حيث يكون الإحتكاك شديد الإرتفاع , فان ضخ الزيت بين أسطح الكرسي ينشأ عنه غشاء سميك يخفض من عزم الدوران عند بدء الحركة إلى حوالي 10 : 1 مما هو مطلوب بدونه وفى هذه الحالة يتم ضخ الزيت عندبدء الحركة بواسطة مضخة تعمل باليد أو بواسطة موتور ثم يوقف الضخ بعد ذلك.

## 8.1 مراقبة خواص الزيت:

مكينات السيارات معقدة التركيب وهى قلب السيارة ومكوناتها باهظة الثمن لذا يجب المحافظة عليها بواسطة مراقبة زيت التزييت . ايضا الصيانة عامل هام تلعب دورا كبير فى المحافظة من التلف .

### 1.8.1لزوجة الزيوت المستخدمة:

تترتفع اللزوجة للاسباب الاتية:

- تزويد الزيت بزيت آخر ذات لزوجة عالية.
- تعرض الزيوت لدرجات حرارة عالية لفترات طويلة.
- تكون رواسب كربونية خاصة في ظروف زيوت آلات الاحتراق الداخلي.

**أسباب إنخفاض لزوجة الزيوت المستخدمة:**

- تزويد الزيت بزيت آخر ذات لزوجة منخفضة.
- تلوث شحنة الزيت بوقود غير محترق.

وعلى أي حال يتم تغير الزيوت إذا ارتفعت أو انخفضت لزوجة الزيت بمعدل 15% من اللزوجة الأساسية للزيت .وبما أنه يتم إختيار الزيوت على أساس اللزوجة فان الزيوت ذات اللزوجة المنخفضة تستعمل لظروف تشغيل مختلفة عن الزيوت ذات اللزوجة العالية.

### 2.8.1 أسباب الزيادة فى إستهلاك الوقودOil Consumption

1- غزارة الزيت بالأوساخ .

2- عدم تغيير الزيت على فترات مناسبة.

3- عدم تغيير مصفاة الزيت.

هذا يؤدى لقفل ممرات الزيت ممايزيد من البرى والنحت والتآكل فى المكابس والأسطوانات

4- اللزوجة المنخفضة عن المستوى الفعلى لاتشكل غشاء زيتى يمنع الاحتكاك ويحمى أجزاء المحرك من التآكل أو اللزوجة الزائدة عند بداية التشغيل يكون الزيت سميكا" ولا يصل لجميع أجزاء المحرك فيزيد من التآكل وإستهلاك الوقود.

5- سماكة الزيت Oil Thickening:

تحدث نتيجة لأكسدة الزيت وهى تجمعات المواد الغير منحلة والرواسب الكربونية فتزداد لزوجة الزيت فيتخن الزيت نتيجة لبلمرة المواد المتاكسدة ووجود المعلقات الغير منحلة(5).

## 9.1 تعريف بعض المصطلاحات المستخدمة فى زيوت التزييت:

**الرقم الحمضي –** هو قياس مقدار KOH (هيدروكسيد البوتاسيوم) اللازم لمعادلة حمضية منتج بترولي ما كلها أو جزء منها.

**المادة المضافة –** أية مادة مضافة إلى مادة أساسية بهدف تغيير خواصها أو مواصفاتها أو أدائها.

**مضادات الرغوة** – عبارة عن مادة مضافة تستخدم لمنع تشكل الرغو ة في المنتجات البترولية المستخدمة وقد تكون زيت سيليكون لكسر الفقاعات السطحية أو بوليمر لتخفيض عدد الفقاعات الصغيرة المحتبسة.

**مضادات التآكل –** عبارة عن مواد مضافة أو مشتقاتها الناتجة عن تفاعلاتها والتي تعمل على تشكيل طبقة رقيقة ومتماسكة على الأجزاء التي تتعر ض للأحمال الثقيلة لمنع التماس بين السطوح المعدنية.

**الرماد (المشبع بالسلفات) –** هو محتوى الرماد في الزيت والذي يحدد عن طريق تفحيم الزيت ومعالجة المخلفات بحمض الكبريت والتبخير حتى يجف والذي يعبر عنه بالنسبة المئوية من الكتلة.

**القواعد –** عبارة عن مركبات تتفاعل مع الأحماض لتشكيل أملاح وماء. وتعتبر المواد القلوية قواعد تنحل بالماء وتستخدم في تصفية البترول لإزالة الشوائب الحمضية. وتستخدم القواعد المنحلة في الزيت في المواد المضافة لزيوت التشحيم من أجل معادلة الأحماض المتشكلة أثناء إحتراق الوقود أو تأكسد زيت التشحيم.

**الرقم القاعدي** – هو مقدار الحمض (البركلوريك أو الهيدرولكلوريك) اللازم لمعادلة كل أو جزء من قاعدية زيت التشحيم، ويعبر عنه بعبارة معادلات الـ KOH (هيدروكسيد البوتاسيوم).

**الخام الأساسي –** هو السائل الأساسي والذي يتمثل عادة بكسر البترول المنقي أو بمادة إصطناعية مختارة، والذي تمزج معه المواد المضافة لإنتاج زيوت التشحيم النهائية.

**الزيوت السوداء** – هي زيوت التشحيم التي تحتوي مواد إسفلتية بحيث تضفي مزيداً من القدرة على الإلتصاق وتستخدم في المسننات المفتوحة والكيبلات الفولاذية.

**غاز الإحتراق المتسرب –**مرور الوقود وغاز ات الإحتراق غير المحترقة عبر حلقات الكباس في المحر كات الإنفجارية، مما ينتج عنه إنحلال للوقود وتلوث لزيت علبة المرفق.

**التزييت الرقيق –** هو التزييت بين السطوح المحتكة دون تشكل غشاء تزليق سائل تام. وهذا يحدث في ظل الحمولات المرتفعة ويتطلب إستعمال مواد مضافة مانعة للتآكل أو مواد الضغط الأقصى لمنع الإحتكاك بين السطوح المعدنية.

**المتخلفات الكربونية –** المادة المتفحمة المتبقية بعد أن يتعرض الزيت لدرجات الحرارة المرتفعة في ظل ظروف خاضعة للتحكم.

**المحول الحفاز –** وهو جزء لا يتجزأ من نظام التحكم بالانبعاث والمستخدم في السيارات منذ عام 1975. تقوم محولات التأكسد بإزالة المواد الهيدروكربونية وأوكسيد الكربون من غاز ات العادم، بينما تعمل محولات الإنقاص على التحكم بإنبعاثات أكسيد الآزوت (النتروجين). ويستخدم في كليهما معادن كريمه (البلاتين أو البالاديوم أو المواد الحفازة من الروديوم والتي يمكن أن »تتلوث« بمركبات الرصاص الموجودة في الوقود أو زيت التشحيم.

**العدد السيتاني –** هو مقياس جودة الإشعال في وقود الديزل والذي يتحدد فيحرك إختبار قياسي وحيد الاسطوانة، حيث يتم قياس تأخر الإشعال مقارنة بأنواع وقود أساسية. وكلما ارتفع العدد السيتاني، وكلما كان اشتعال محرك الحقن المباشر ذو السرعة العالية اسهل، وكلما قل انبعاث » خبط الديزل « بعد التشغيل.

**نقطة التغييم –** هي درجة الحرارة التي تظهر فيها غيمه من الكريستال الشمعي عندما يخضع زيت التشحيم أو وقود القطاره للتبريد في الظروف القياسية. وهي تشير إلى مدى ميل المادة إلى سد الفلاتر في الفوهات الصغيرة في ظل ظروف الطقس البارد.

**جهاز محاكاة تدوير المرفق البارد –** عبارة عن مقياس اللزوجة لمعدل القص المتوسط والذي يبين قدرة الزيت على توفير سرعة تدوير مرافقيه في محرك بارد.

**نسبة الإنضغاط –** في محركات الاحتراق الداخلي، هي نسبة حجم حيز الإحتراق في أسفل النقطة الميتة إلى تلك الموجودة في أعلى النقطة الميتة.

**تآكل القشرة النحاسية** – هو قياس كمي لمدى ميل المنتج البترولي إلى التسبب في تآكل النحاس النقي.

**مانعات التآكل –** عبارة عن مادة مضافة تعمل على حماية سطوح المعدن ضد العل الكيميائي الناتج عن الماء أو المكونات الأخرى.

**قابلية التفكك –** هو قياس قدرة السائل على الإنفصال عن الماء.

**الكثافة –** الكتلة في حجم الوحدة (كغ/ل).

**المنظف –** مادة تضاف إلى الوقود أو زيت التشحيم للمحافظة على نظافة قطع المحرك. والمواد المنظفة الأكثر استخداماً في منتجات زيوت المحركات هي المواد الصابونية المعدنية المحتفظة بقاعديتها بغية معادلة الحوامض المتشكلة أثناء الإحتراق.

**إنحلال زيت المحرك** – هو تلوث زيت علبة المرفق بالوقود غير المحترق وهو الأمر الذي يؤدى الى نقص اللزوجة ونقطة الوميض، وقد يشير إلى تآكل في مكونات نظام الوقود.

**المواد المشتته –** عبارة عن مادة مضافة تساعد على إبقاء المواد الملوثة الموجودة في زيت علبة المرفق في حالة تعليق غرواني، بحيث تمنع ترسبات الحمأة والورنيش على قطع المحرك. وهي عادة غير معدنية (خالية من الرماد) وتستخدم مع المنظفات.

**التزييت الإستوهيدروديناميكي –** وهو نظام تزييت يتميز بأحمال وحده عالية وسرعات مرتفعة في العناصر الدواره حيث القطع المتعشقة تتعرض للتشويه من حيث المرونة بسبب عدم قابلة إنضغاط غشاء التزييت في ظل الضغط المرتفع جداً .

**المستحلب –** عبارة عن مادة مضافة تعمل على تشجيع تشكل مزيج مستقر أو مستحلب من الزيت والماء.

**ترسبات المحرك –** تراكم صلب أو مستمر للحمأة والورنيش والبقايا الكربونية الناتج عن تسرب الوقود غير المحترق أو المحترق جزئياً أو التحلل الجزئي لزيت علبة المرفق. كما يساهم في ذلك أيضاً الماء الناتج عن تكاثف منتجات الإحتراق والبقايا الناتجة عن الوقود أو المواد المضافة إلى الزيت وكذلك الغبار والجسيمات المعدنية.

**عامل الضغط الأقصى –** عبارة عن مادة مضافة إلى زيت التشحيم تمنع السطوح المعدنية المنزلقة من الإلتصاق في ظل ظروف الضغط الأقصى.

**نقطة الوميض –** هي درجة الحرارة الدنيا التي يدعم فيها سائل ما الإحتراق اللحظي (الوميض) ولكن قبل إحتراقه بشكل مستمر. (نقطة الاحتراق)- وتعتبر نقطة الوميض مؤشراً هاماً لمخاطر الحريق والإنفجار المرتبطة بأي منتج بترولي.

**الإحتكاك** – هو مقاومة حركة جسم فوق جسم آخر ويعتمد الإحتكاك على نعومة السطوح المتلامسة وكذلك على القوة التي تجمعهما الى بعضهما البعض.

**الجازولين (البنزين)** – مزيج متطاير من المواد الهيدروكربونية السائلة يحتوي على مقادير ضئيلة من المواد المضافة ويعتبر ملائماً للإستعمال كوقود في محركات الإحتراق الداخلي ذات الإشعال بالشرر.

**التشطيب الهيدروجيني** – وهي عملية يتم فيها معالجة المواد القاعدية المستخلصة بالهيدروجين وا إشباعها به من أجل تحسين إستقرارها.

**المواد المانعة** – مادة مضافة تعمل على تحسين أداء المنتجات البترولية عن طريق التحكم بالتفاعلات الكيميائية غير المرغوبة، أي مانعات الصدأ ومانعات التأكسد إلخ.

**المواد غير المنحلة –** هي المواد الملوثة التي توجد في الزيوت والناتجة عن ذرات الغبار أو التآكل أو منتجات التأكسد. وتقاس غالباً كمواد منحلة بنتينيه أو بنزينية لبيان عدم قابليتها للإنحلال.

**اللزوجة الحركية** –قياس مقاومة سائل ما للتدفق في ظل الجاذبية وفي درجة حرارة معينة (وهي عادة 40 درجة مئوية أو 100 درجة فهرنهايت..).

**التزييت –** التحكم بالإحتكاك والتآكل عن طريق إستخدام غشاء لتقليل الإحتكاك بين السطوح المتحركة المتلامسة. وقد يكون هذا الغشاء مصنوعاً من مادة سائلة أو صلبة أو بلاستيكية.

**الزيت متعدد الدرجات –** هو زيت المحرك أو الجير الذي يفي بمتطلبات أكثر من تصنيف واحد لدرجات اللزوجة لجمعية مهندسي السيارات، والذي يمكن إستخدامه في نطاق واسع من درجات الحرارة يتجاوز النطاق الذي يمكن فيه إستخدام الزيت وحيد الدرجة.

**عدد المعادلة –** هو مقياس حموضة أو قلوية الزيت. والعدد هو الكتلة بالميليغرام لمقدار الحمض أو KOH القاعدي اللازم لمعادة غرام واحد من الزيت (الزيوت وحيدة الدرجة).

**النترجه –** هي العملية التي ترتبط فيها أكاسيد النيتروجين مع السوائل البترولية في درجات الحرارة العالية، والتي غالباً ما ينتج عنها زيادة في اللزوجة وتشكل الترسبات.

**الأكسدة –** تحدث عندما يهاجم الأكسجين منتج بترولي ليزيد مقاومة الأكسدة لدى المنتج بحيث يطيل عمر الخدمة أو التخزين للمنتج، كما تدعى مضاد للتأكسد.

**فقد اللزوجة الدائم –** هو الفرق بين لزوجة زيت جديد ولزوجته بعد تشغيل المحرك أو في ظروف الإختبار الخاصة التي يسود فيها إنحلال البوليمر.

**الصقل (التجويف) –** ملامسه زائدة في سطح تجويف أسطوانة المحركة أو بطانتها لتبدو كالمرأة، مما ينتج عنه إستهلاك في حلقات منع التسرب وأداء استهلاك الزيت.

**نقطة الانسكاب** – هو مؤشر قدرة زيت ما أو قطارة على التدفق في درجات الحرارة التشغيلية الباردة. وهي أدنى درجة حرارة يمكن فيها للسائل أن يتدفق عند تبريده في ظروف مقرره.

**مشتت نقطة الإنسكاب –** مادة مضافة تستخدم لتخفيض نقطة الإنسكاب أو السيولة في درجات الحرارة المنخفضة لمنتج بترولي ما.

**التنقية –** سلسلة من العمليات تهدف إلى تحويل الزيت الخام وكسوره إلى منتجات بترولية نهائية بما في ذلك التكسير الحراري والتكسير بالمواد الحفازة والبلمره والألكله والتهذيب الكيميائي والتكسير بالهيدروجين والتهذيب الهيدروجيني والهدرجه والمعالجة بالهيدروجين والتنقية بالهيدروجين وإستخلاص المواد المذيبة وا زالة الشمع وا زالة الزيت والمعالجة بالحامض والتنقية بالطين وا زالة الأسلفت.

**إلتصاق الحلقة –** هو تجمد حلقة المكبس في أخدوده الموجوده في محرك ذو مكبس او ضاغط متردد نتيجة للتسربات الشديدة في منطقة حلقة المكبس.

**الحمأة –** هي بقايا سميكه وداكنه ذات قوام يشبه المايونيز تتراكم على السطوح الداخلية غير المتحركة في المحرك. ويمكن إزالتها بالمسح إلا إذا استحالت إلى قوام كربوني. ويرتبط تشكلها بالحمل الزائد للمواد غير المذابة لزيت التشحيم.

**التنقية بالمواد المذيبة –** هي عملية تهدف إلى إستخلاص المواد القاعدية في زيت التشحيم من زيت الغاز الثقيل المجرد من القطارات أو خام ثقيل آخر مجرد من القطارات وذلك بإستخدام مذيبات مختارة مثل الفرفورال أو الفينيل.

**الستوك –** هي المقياس الكنمائي (الحركي) لمقاومة سائل ما للتدفق والتي تتحدد بنسبة اللزوجة الحركية للسائل إلى كثافته.

**السينلوب –** سوائل تزييت، خصوصاً إستيرات أو بولي أوليفينات مصنعه من خامات كيميائيه وليس مقطره من النفط.

**زيوت التشحيم الإصطناعية –** سوائل تزييت تصنع عن طريق تفاعل كيميائي لمواد ذات تركيب كيميائي معين لإنتاج مركب ذي خواص محدده ومطلوبة.

**علم الإحتكاك –** هو علم التفاعلات المتبادلة بين السطوح المتحركة بالنسبة لبعضها البعض والذي يشمل دراسة التزييت والإحتكاك والتآكل.

**الورنيش –** هو غشاء رقيق غير قابل للإنحلال أو المسح يتشكل على القطع الداخلية للمحرك. ويمكن أن يسبب التصاق أو عطل في القطع المتحركة المتجاوره. وتدعى في محركات الديزل باللاكر.

**اللزوجة –** هي مقياس مقاوومة السائل للتدفق.

**مؤشر اللزوجة –** علاقة اللزوجة بدرجة حرارة سائل ما. حيث تميل السوائل التي تتمتع بمؤشر لزوجة مرتفع إلى إظهار تغير اقل في اللزوجة منه في السوائل ذات المؤشر المنخفض.

**معدل اللزوجة –** مادة مضافة لزيت التشحيم، وهي عادة عبارة عن بوليمر

# الباب الثاني

## 2 زيوت الأساس Base Oils :-

### 1.2 أنواع زيوت الأساس :

#### 1.1.2 زيت الأساس التقليدي Conventional oil :

مكون من الزيوت البرافينيه و النفثينيه بعض تعرض الزيت لمعالجات كيميائية

#### 2.1.2 S.N زيوت السوائل المتعادلة :

ناتجة من التقطير الفراغي لزيوت الأساس البرافينيه لرفع قيمة معامل اللزوجة (VT ) وتزال منها المقطرات الشمعية.

**B.S 3.1.2الزيت الثقيل المتبقى** : متبقي من الزيوت البرافينيه والنفثينيه في التقطير الفراغي بعد ازالت الاسفلت بالبروبان والشمع بالكيتون .

ملحوظة:

يوجد في زيوت الأساس خصائص متأصله، حيث تعتمد هذه الخصائص على الزيت الخام المستخدم وكذلك طريقة التنقية، وتعتبر خصائص زيت الأساس هذه عوامل هامة للغاية في تحديد نوع المنتج النهائي.

## 2.2 خصائص زيوت الاساس:

### 1.2.2 اللزوجة:

تُعتبر اللزوجة أهم خاصية في أي منتج تشحيم، وهي مقياس السيولة (التدفقية) في درجات حرارة معينةوا ذا كانت درجة اللزوجة خفيفة للغاية، فإن طبقة الزيت تتعرض للعصر والإنضغاط فيما بين السطوح المعدنية المتحركة وبالتالي يسمح لها بالإحتكاك مع بعضها البعض وا ذا كانت درجة اللزوجة سميكة للغاية، فإن الزيت لن ينتقل إلى الأماكن الضيقة حيث تحتاج له. وهذا سيحتاج إلى قوة ضخ زائدة من شأنها أن تزيد الحمل على المضخات وكذلك زيادة الحرارة، كما أن ذلك لن يسمح بسهولة دوران المحرك. وتحدد لزوجة زيوت الأساس عموماً بطريقة سيبرلت لقياس اللزوجة. وتعطي هذه الطريقة الوقت الذي يستغرقة 60 ملليلتر

من الزيت كي يتدفق من خلال أنبوب ذي قطر صغير في درجة حرارة معينة. ويعبر عن هذا بالحروف SUS (ثانية سيبولت عالمية) وذلك إما بدرجة حرارة 37.7 درجة مئوية أو 45 ثانية سيبولت عالمية في درجة حرارة 38.8 درجة مئوية. ويعبر النظام المتري عن اللزوجة بالسنتي ستوك (Cst أو بوحدات SI (مم2/ستوك) وبدرجة حرارة بالسيلسيوس. وهذا لا شك سيصبح المقياس في المستقبل القريب، بيد أن اللزوجة بطريقة سيبولت مازالت هي النظام الأكثر شيوعاً . ويستثنى من ذكل قياس لزوجة الزيوت بدرجات الحرارة المنخفضة. وفي هذه الحالة، يتمإستخدام جهاز مـ ُرفق بارد لتحديد اللزوجة والتي يعبر عنها عادة بالسنتي بويز. وبدرجة حرارة −10 إلى −35 درجة مئوية.

جدول (1) يوضح لزوجة( V) الزيوت الصناعية وهى تقدر عند 40 درجة مؤية

| ISO,V.G | Mid Kin V | V Min | V Max |
|---|---|---|---|
| ISO-VG2 | 2.2 | 1.9 | 2.4 |
| ISOVG3 | 3.2 | 2.88 | 3.52 |
| ISOVG5 | 4.6 | 4.41 | 5.06 |
| ISOVG10 | 10 | 9 | 11 |
| ISOVG15 | 15 | 13.5 | 16.5 |
| ISOVG1500 | 2.2 | 1350 | 1650 |

جدول (2) يوضح لزوجة زيوت الماكينات عند 100 درجة مؤية

| SAE.V.G | Viscosity (CST) at 100 C° | High-shear viscosity at 150 C° |
|---|---|---|

| | Min | Max | **(Min)** |
|---|---|---|---|
| 0 W | 3.8 | | |
| 5 W | 3.8 | | |
| 10 W | 4.1 | | |
| 15 W | 5.6 | | |
| 20 W | 5.6 | | |
| 25 W | 9.3 | | |
| 20 | 5.6 | < 9.3 | 2.6 |
| 30 | 9.3 | < 12.3 | 2.9 |
| 40 | 12.5 | <16.3 | 2.9[6] low-40-5w40/ low 40 grades |
| 40 | 12.5 | <16.3 | 3.7[7] 15w40 low 40 25 w 40 and 40 grade |
| 50 | 16.3 | < 12.9 | 3.7 |
| | 21.9 | < 26.1 | 3.7 |

### 2.1.2 مؤشر اللزوجة:

تتغير لزوجة زيوت التشحيم مع تغير درجة الحرارة، حيث تصبح الزيوت أخف عندما تزداد درجة وأكثر سماكة عندما تنخفض درجة الحرارة. فالزيت الذي يكون 100 ثانية سيبولت عالمية بدرجة حرارة 40 درجة مئوية، ستكون لزوجته أقل بدرجة حرارة تصل إلى 100 درجة مئوية وتزداد إنخفاضاً بدرجة حرارة 150 درجة مئوية. كما أن الإختلاف في أنواع الزيوت تجعل هذا التغير في اللزوجة يختلف في معدله بين نوع وآخر.

ومعدل التغيير هذا يُشار إليه بمؤشر اللزوجة. وبإختصار يقال عن الزيت أنه ذو مؤشر لزوجة مؤكد "VI. ويعتبر مقياس مؤشر اللزوجة مقياساً إعتباطيا الى حد كبير. وعن طريق قياس مقدار تغيير مؤشر اللزوجة من درجة حرارة 40 درجة مئوية الى 100 درجة مئوية، يتم تحديد مؤشر اللزوجة للزيوت. وعندما تم وضع المقياس، فإن الزيت الأفضل (وهو الزيت الذي تعرض لأقل حد من التغيير) أعطى الرقم 100 بينما أعطى الزيت الذي تعرض لأكبر حد من التغير الرقم صفر. وقد ساد الإعتقاد بأن جميع الزيوت من شأنها أن تحتل مواقعاً بين هذين الحدين. غير أنه مع وجود أساليب التقنية المتطورة « ، أصبح بالإمكان اليوم إنتاج زيوت تتجاوز الرقم 100 بكثير.

والجدير بالذكر أن مؤشر اللزوجة لزيت أساسي يرتبط بشكل مباشر بنوعية الزيت الخام وكذلك طرق التنقية المستخدمة. وعموماً فإن زيوت الأساس ذات المؤشر المنخفض ستكون بين 15 إلى 30 والمتوسطة بين 30 و 85 والمرتفعة بين 85 و 100.

### 3.1.2 نقطة الوميض:

إن نقطة الوميض هي درجة الحرارة التي تومض فيها كمية تصل إلى 70 ملل من الزيت عند تعرضها للهب مكشوف. وهذه النقطة قد تكون بين 132 و 327 درج مئوية. ويعتبر هذا الأمر مؤشراً لقدرة الزيت على التطاير وعاملاً هاماً في زيوت المحركات ومعدلات استهلاكها.

### 4.1.2 نقطة الإنسكاب:

وهي أدنى درجة حرارة ينسكب فيها الزيت. ويعتبر هذا الأمر بالطبع هاماً للغاية بالنسبة لزيوت المحركات وزيوت التشحيم الأخرى التي تعمل في درجات حرارة منخفضة ودرجات حرارة منخفضة للغاية. وترتبط درجة الإنسكاب مباشرة بنوعية الخام المستخدم ومحتوى الشمع الموجود فيه.

## 3.2خصائص أخرى:

هناك خصائص أخرى لزيوت الأساس مثل الثقل واللون والكربون وقابلية التفكك إلخ. وهذه الخصائص جميعها تمثل المواصفات الفيزيائية التي تؤخذ بعين الاعتبار لدى استخدام زيت أساس معين لصنع زيت تشحيم معين، غير أن الخصائص التي وردت أعلاه تعتبر الأكثر أهمية.

## 2.4 زيوت الأساس المستخدمة فى انتاج زيوت المحركات:

تصنف زيوت الأساس عموماً حسب نوع الخام: خام برافيني وخام نفثيني وخام ممزوج. ويعتبر الخام البارافيني أهم نوع من أنواع الخام في صناعة زيوت التشحيم ويحتوي هذا النوع مقطراً معيناً من الشمع والذي يتم إستخلاصه وبيعه في سوق الشمع. غير انه هناك نوع

من محتوى الشمع في الزيت يعتبر جيداً لأغراض التشحيم ولذلك فإنه يترك في زيت الأساس. والجزء الأكبر من الخام البارافيني يأتي من منطقة وسط القارة أو منطقة بنسلفانيا. وتأتي معظم زيوت التشحيم إما من خام وسط القارة أو خام بنسلفانيا. وتأتي الزيوت البارافينية عادة من أركنساس أو المناطق الساحلية من تكساس وكاليفورنيا، وتدعى أنواع الزيوت التي تأتي من مناطق كاليفورنيا أحياناً بالزيوت « أو » الشاحبه «نظراً لأنها ذات لون فاتح مقارنة بزيوت أركنساس(3)

**أ. يصنّف معهد البترول الأميركي (API)أنواع الزيوت الأساسيّة باستخدام المميّزات التالية(3):**

•مؤشّر اللزوجة • مستوىالتشبعً • محتوى الكبريت

جدول ( 3 ) يوضحفئات إيه بي آي الخمسة لأنواع الزيت الأساسيّة هي:

| مجموعات المخزون البرافيني الأساسي | | | |
|---|---|---|---|
| | المتطلبات | | |
| مجموعة إيه بي آي | الكبريت، % وزن | مشبّعات، % وزن | ُعامل اللزوجة |
| I | 0.03 < | 90 < | 120 – 80 |
| II | 0.03 < | 90 < | 120 – 80 |
| III | 0.03 > | 90 < | 120 < |
| IV – أ | – | – | – |
| V– ب | – | – | – |

أ– تُمل متعدّد ألفينات الألفا

ب–تشمل الإسترات ومخازين أساسيّة أخرى غير مشمولة في مجموعات إيه بي آي من I إلى IV.

–

### 1.4.2 محاليل متعادلة Solvent Neutrals:

وتمثل هذه المحاليل كسور مقطرة من زيوت الأساس البارافينية. ويتم تقطيرها تحت الحرارة والفراغ ثم يتم نزع المحلول لإزالة الشوائب. وتتراوح لزوجة هذه الزيوت بين 70 ثانية سيبولت عالمية بدرجة حرارة 37.7 درجة مئوية (أخف بكثير من SAE 10 والذي تصل لزوجته الى 150 ثانية سيبولت بدرجة حرارة 37.7 درجة مئوية) إلى 650 ثانية سيبولت بدرجة حرارة 37.7 درجة حرارة مئوية وهو ما يمثل حوالي SAE 40.

### 2.4.2 **الزيت الناصع عالي اللزوجة Bright Stock:**

وهو الجزء الذي يمثل فضالة الزيت البارافيني حيث يأتي من قاع وحدة إستخلاص الزيت وتتم تنقيته مرة ثانية لإزالة المواد الأسفلتية والمكونات الأخرى غير المرغوبة.

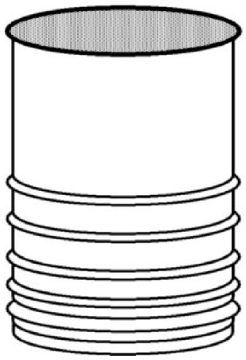
وفي حين يتم وصف لزوجة المحاليل المتعادلة بالثانية سيبولت بدرجة حرارة 37.7 درجة مئوية فإن الزيت الناصع يعرف بالثانية سيبولت بدرجة حرارة 98.8 درجة مئوية ويوجد عادة مقطع واحد أو مقطعين على الأكثر من الزيت الناصع في وحدة تزييت واحدة. واللزوجة الأكثر شيوعاً للزيت الناصع هي 150 ثانية سيبولت بدرجة حرارة 98.8 درجة مئوية. وهناك العديد من أساليب التنقية للأنواع الثلاثة من الخام، والتي من شأنها أن تفضي إلى مزيد من التصنيف لزيوت التشحيم، ولكن لا حاجة لنا كي نخوض في التنقية في هذه المرحلة. المنتج النهائى يتم إنتاجه بخلط زيت الأساس SN150 مع 100 SNاو BS للحصول على لزوجة معينة موصى بها من قبل مصنعى السيارات SAE ثم يضاف للناتج مضافات كميائية تعمل على تحسين الأداء والخواص (4).

## ***الباب الثالث***

## 3. المواد المضافة (الإضافات الكيميائية):Chemical Additives

المواد المضافة هي عبارة عن مواد كيميائية يتم خلطها مع زيوت الأساس لتؤدي وظيفة تشحيم معينة. لاتتمتع الزيوت المعدنية بالثبات الكيميائى إذ تخضع تحت تاثير الاكسجين والحرارة لتحولات كيميائية تتنتج فيها مركبات حمضيه تهاجم أجزاء المحرك و أخرى تترسب وتسد الممرات ولمنع ذلك تتم إضافة المضافات الكيميائية . وفيما يلي وصف لأكثر المواد المضافة أهمية:

**Formulating a Performance Package**
for Passenger Car Motor Oils:
Additive Company Perspective

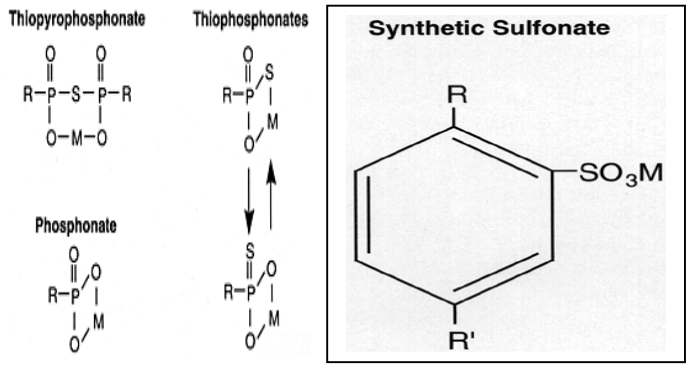


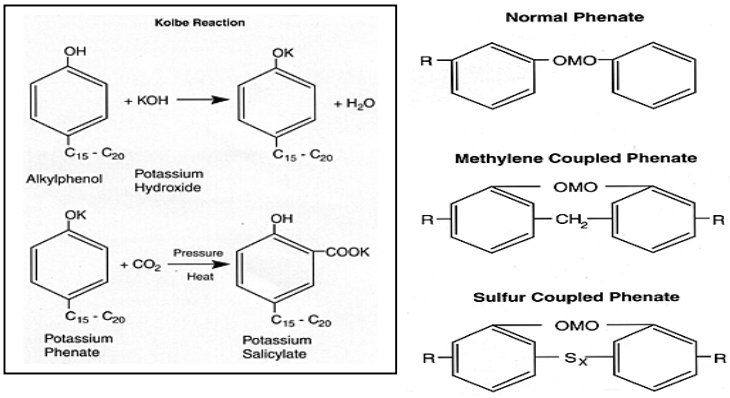
| | |
|---|---|
| Dispersant: | 40 - 50% |
| Detergent: | 15 - 20% |
| DIL Oil: | 10 - 20% |
| Antiwear Agent: | 8 - 12% |
| Ashless Inihibitor: | 5 - 15% |
| Friction Modifier: | 1 - 2% |

**شكل رقم (3)**

### 1.3المنظفات والمشتات Detergents &Depressant(3 -15 %):

أملاح معدنية لأحماض عضوية مثل الباريوم والكالسيوم والمغنيزيوم بالإضافة لمركبات قطبية طويلة السلسلة (هيدروكسيل-كار بوكسى -فينول- فوسفات) تستطيع الإمتزاز على الأسطح المعدنية وتحول دون إلتصاق الشوائب.المنظفات تعادل الأحماض المتكونة نتيجة لعملية الإحتراق وتوصف كيميائيا من حيث نسبة المعدن والرماد المكبرت % والمحتوى الصابونى و TBN .

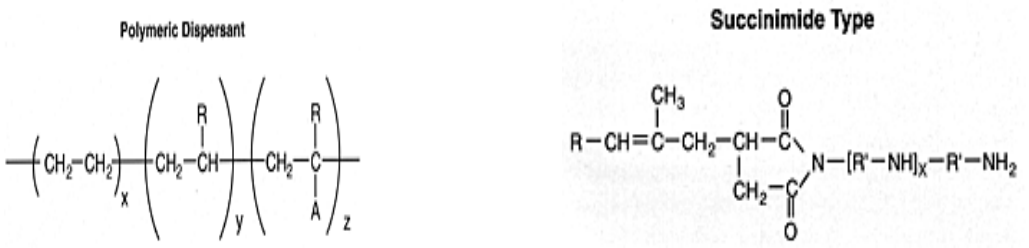



**شكل رقم (4) منظفات**

### المشتتات Dispersants

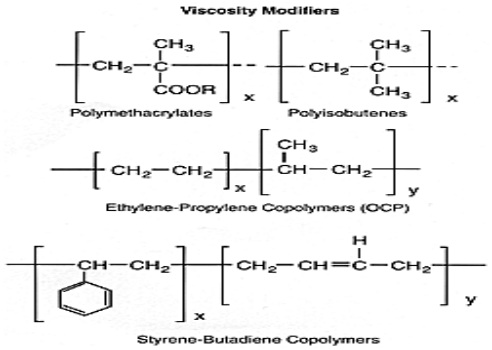
تمنع تكون الورنيش والحمأة والرواسب المعدنية فهى تحتفظ بالأجسام الغريبة فى الزيت فى صورة معلق عند درجات الحرارة العالية , تقاس فعاليتها بقلويتها إذ تعمل على إكساء سطح المعدن بطبقة تمنع تاثير النواج على السطح المعدنى وتعادل الأثر الحمضى. خالية من المعادن لاتحتوى رماد قليلة القاعدية ذات وزن جزئى أعلى من المنظفات لزى هى أعلى فعالية من أداء وظائفها.المجموعات القطبية تتجمع مع الجزئيات القطبية والغير قطبية تبقى معلقة فى مواد التشحيم.




**شكل رقم (5)**

## 2.3 محسنات مؤشر اللزوجة Viscosity index Improvers:

وهي عبارة عن مواد صناعية تعمل على زيادة سماكة الزيت وتعتبر غير فعالة في درجات الحرارة الدنيا إلانها تتفاعل مع الحرار ة لمقابلة الميل الطبيعي لزيت الأساس نحو الترقق في درجات الحرارة العالية. وتستخدم محسنات مؤشر اللزوجة لصناعة المنتجات ذات الدرجات المتعددة. وكمثال على هذه العملية خلط مادة محسنه لمؤشر اللزوجة مع زيت المحركات SAE 10W لإنتاج زيت محركات 10W40. وفي درجات الحرارة المنخفضة، يسلك هذا الزيت سلوك زيت SAE 10W، ففي درجات الحرارة المرتفعة، تقوم المادة المحسنة بعملها وتجعل الزيت يسلك مسلك SAE 40.تؤمن عمل المحرك فى مجال حرارى واسع وبذلك يتلافى التغير السريع للزوجة بتغير الحرارة ورفع قدرة الزيت للضخ.إ نحلال تلك المضافات يعمل على رفع اللزوجة بإرتفاع الحرارة الزوجة عند درجات الحرارة المنخفضة(5).




**شكل رقم (6)**

## 3.3 مضادات الرغوة Antifoam(% 0.001 ):

تسبب تكسير فقاعات الهواء على سطح الزيت. وعندما تتزايد الرغوة في الزيت، فإنها تسبب دخول مزيد من الهواء إلى نظام الزيت بينما يقل الزيت مما يؤدى الى وضع خطير في أنظمة الهيدروليك وصناديق التروس حيث معدل سرعة الدوران هي المقياس وفي النهاية يؤدى ذلك الى تجوف المضخة مع ما يتبع ذلك من الإهتراء والتآكل.كل الزيوت النفطية لها خاصية إذابة الهواء والمضافات تعمل على نزع الهواء وإنفصال الفقاعات بواسطة تغير قوة الشد السطحى بين الوسط السائل والغازى مما يعجل بإنهيار فقاعات بوليمرات Si .

## 4.3 مخفضات نقطة الإنسكاب PP :

تمنع جزئيات الشمع من تشكيل تخاريم تشبه تخاريم النحل أو التبلور في درجات الحرارة الباردة، وتفيد هذه المواد على وجه الخصوص في الزيوت البارافينية.وهى الدرجة التى تتغير فيها خواص المادة من سائلة الى شبه صلبة. عند إنخفاض الحرارة يفقد الزيت حركيته نتيجة لإنفصال الهيدروكربونات الصلبة لزا تضاف المضافات التى تؤثر على الجزئيات الإبرية فتحولها لكروية قليلة التاثير على حركة الزيت .

## 5.3 مانعات التأكسد Antioxidant:

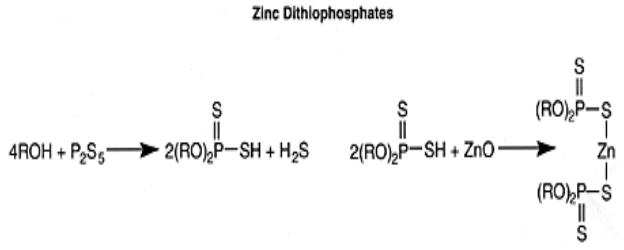
لدى دخول الأكسجين إلى الزيت في درجات الحرارة المرتفعة، يصبح الزيت غامق اللون وسميكاً، ومع الاستخدام فإنه سيشكل حمأة، والمادة المانعة للتأكسد تعمد على تأخير تفاعل الزيت مع الأكسجين وتطيل عمره. تاثير الحرارة يؤدى للتكسير الحرارى 300 الى 320 نواتج التكسير هيدروكربونات خفيفة غير مشبعة تؤدى لتغير خواص الزيت ,تلوث الزيت بالماء والمواد الصلبة يسرع من الاكسدة.

**نواتج الاكسدة:**

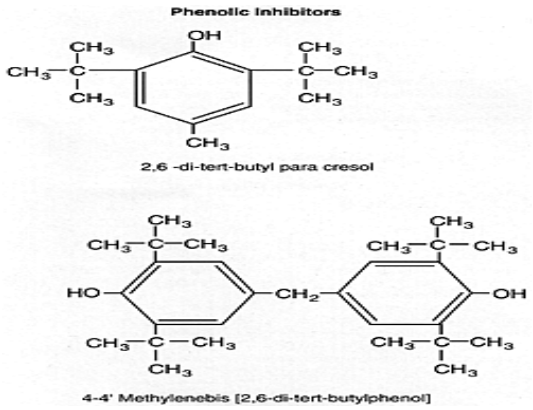
1- حوامض عضوية ذائبة وكحولات وبكسيدات والدهيدات

2- مواد صلبة غير زائبة مثل الوحل والورنيش

3- حدوث أكسدة بلمرة ألكلة تفكك تؤدى لتكون الصموغ والراتنجات وفحم الكوك والإسفلت .الراتنجات تحوى الأكسجين وتكون الورنيش وهى ذائبة بينما الأسفلت غير ذائب وعند الرطوبه يتشكل .sludge.




**شكل رقم (8)**




**شكل رقم( 9)**

## 6.3 مانعات الصدأ Anti-rust:

يحدث لوجود رطوبة وحرارة فى الزيت. تتفاعل هذه المادة المضافة وتلتصق بالسطوح المعدنية وتحل محل الماء من المعدن وتساعد على منع الصدأ. وهي في الواقع تشكل طبقة

على سطح المعدن كي يقوم بوظيفته على أكمل وجه. ومعظم الزيوت الهيدروليكية تحتوي على مانعات الصدأ ومانعات التأكسد ويشار إليهما معاً بعبارة R & O Oil.

### 7.3 المواد المضافة المضادة للتآكل :Anti-wear

هذه المواد المضافة تتفاعل مع سطوح المعدن بفعل الأحمال الثقيلة، وفي الأحوال العادية يقوم الحمل الثقيل بإزاحة طبقة الزيت مما يعطي فرصة للأجزاء البارزة من معدنين من الإحتكاك مع بعضهما البعض! ولكن هذه المادة المضافة الخاصة بالضغط الأقصى تشكل غشاءا" زلقاْ على الأجزاء البارزة وتحميها من الإحتكاك مع بعضها البعض وبالتالي من التآكل جراء ذلك.

تستخدم الدهون الحوانية والنباتية والصابون والمواد الناتجة من أكسدة البرافينات إذ تلتصق تلك المواد على سطح المعدن وتعمل على إنقاص الإحتكاك(زنك ثيوفوسفات 5).

### 8.3 أنظمة التصنيف:

إذا أريد من الزيت القيام بكافة الوظائف المطلوبة، فينبغي أن يكون هو الزيت المناسب. ويتم تصنيف زيوت المحركات بطريقتين كي يتسنى لمصنعي المحركات التوصية بالزيت الملائم وللمستخدم إختيارالزيت المناسب، ويتم التصنيف حسب اللزوجة والاداء.

#### (أ ) التصنيف حسب اللزوجة SAE J300B:

يتم تصنيف زيوت المحركات حسب اللزوجة والتي تعتبر أهم خاصية فيزيائية لزيوت التشحيم. ولحسن الحظ يوجد نظام واحد مقبول لتصنيف زيوت المحركات حسب اللزوجة. وقد تم تطوير هذا النظام من قبل جمعية مهندسي السيارات (SAE وهذا النظام موضح في التقرير الفنرير لجميعة مهندسي السيارات J300B). ويعتبر هذا النظام طريقة سهلة الإستخدام بالنسبة

لمصنعي المحركات لتحديد متطلبات لزوجة الزيت لمحركاتهم وكذلك بالنسبة لمسوقي الزيوت في تمييز الزيوت التي يقومون ببيعها.

**ملاحظة:**

إن أرقام اللزوجة الخاصة بجمعية مهندسي السيارات SAE ليس لها علاقة بجودة الزيت، بل فقط باللزوجة في درجات حرارة مرتفعة.

يوضح الجدول ( 2 ) نظام رقم اللزوجة لجمعية مهندسي السيارات SAE، وأرقام SAE التي تتراوح بين 20 إلى 60 تحددها أعداد السنتي ستوك المأخوذة بدرجة حرارة 98.8 درجة مئوية، وتعتبر الأرقام SAE 0W، 5 W، 10 W، 15 W، 20 W, 25 W، هي أرقام الخدمة » الشتوية « موصوفة بالسنتي بويز الأقصى والادنى بدرجة حرارة −18 درجة مئوية على النحو الذي يحدده نظام محاكاة المرفق البارد. ويعتبر الرقم 15 W أحدث إضافة على النظام حيث اضافته جمعية مهندسين السيارات بناء على طلب بعض مصنعي محركات الديزل ومصنعي السيارات الأوروبية. فقد وجدت هذه الشركات أن الرقم 10 W منخفض اللزوجة بالنسبة للعديد من المحركات بينما الرقم 15 W ثقيل جداً من حيث اللزوجة بالنسبة للمحركات التي تعمل في الجو البارد.

[1] ملاحظات: 1 سي.بي. = 1 أم.بي.إيه.أس.، 1 سي.أس.تي. = 1 مم$^2$/ثانية

[2] كافة القيم هي مواصفات دقيقة كما هو محدد بموجب إيه.أس.تي.أم. دي. 3244 (أنظر النص، القسم 3)

[3] إيه.أس.تي.أم. دي.−5293 .

[4] إيه.أس.تي.أم. دي. 4684: تجدر الإشارة إلى أن أي إجهاد خضوع تم كشفه بواسطة هذه الطريقة سوف يشكل إخفاقاً بغض النظر عن اللزوجة.

[5] إيه.أس.تي.أم. دي445.

[6] إيه.أس.تي.أم. دي4683، سي.إي.سي. أل.-36-إيه.-90 (إيه.أس.تي.أم. دي 4741) أو دي. 5481.

**(ب ) أنظمة التصنيف حسب الأداء:**

هناك ثلاث مجموعات رئيسية لوصف أنظمة التصنيف أو مواصفات بالنسبة لزيوت المحركات من حيث الأداء:

- **معهد البترول الأمريكي API.**

- **الجيش الأمريكي MIL.**

- **مصنعو المحركات الأصليةOEM .**

**المعهد الأمريكي للبترول API:**

في العام 1947 إعتمد المعهد الامريكي للبترول نظاماً يتم فيه تقسيم الزيوت إلى ثلاث فئات وذلك اعتماداً على خصائص الزيت. وفي هذا النظام تم تصنيف الزيوت إلى:

النوع العادي – زيت معدني عادي.

النوع الممتاز – يحتوي على مانعات التأكسد.

النوع للخدمة الشاقة – يحتوي على مانعات التأكسد إضافة إلى المواد المنظفة والمشتتة.

بيد أن هذا النظام المبكر لم يفسح المجال للإختلافات بين محركات الديزل والبنزين، كما أنه لم يأخذ بالاعتبار لظروف القيادة المختلفة مثل التشغيل في الجو البارد. ونتيجة لذلك، قام المعهد الأمريكي للبترول بتطوير نظام جديد في عام 1952. وقد تضمن هذا النظام ثلاثة تصنيفات لمحركات البنزين ML و MM و MS وثلاثة تصنيفات لمحركات الديزل DG و DM و DS. وخلال السنوات اللاحقة، لذلك لم يستوعب هذا النظام على نحو ملائم مستويات الأداء المتغير

التي يطلبها مصنعو المحركات. ومع نهاية الستينات ما لبث أن أصبح النظام قديم العهد في عام 1969 و 1970 قامت جمعية مهندسي السيارات والمعهد الأمريكي للبترول والجمعية الأمريكية للإختبار والمواد بجهود مشتركة وطورت نظام التصنيف API المعتمد حالياً، حيث وضع هذا النظام معايير الإختيار باستخدام إختبار مخبري موحد للمحركات وأتاح المجال لإستيعاب التغييرات في المتطلبات المستقبلية لزيوت المحركات عن طريق توفير نظام مفتوح، وقد بدأ تصنيف البنزين بالحرف "S" الذي يرمز لزيوت الخدمة "Service Oils" وتصنيفات الديزل بالحرف "C" الذي يرمز للزيوت التجارية "Commercial Oils". وتم إعتماد هذاالنظام رسمياً في عام 1970 نظام أربعة تصنيفات للبنزين SA و SB و SC و SD وأربعة تصنيفات للديزل CA و CB و CC و CD. وفي أواخر العام 1971، تمت إضافة التصنيف SE إلى النظام. وكنتيجة للمشكلات العويصة التي تمت مواجهتها في الخدمة، تمت إضافة التصنيف SF الى النظام في عام 1980. في ذلك الحين كان هناك دراسات يتم إجراؤها والتي قادت في النهاية إلى التصنيف CE لزيوت محركات الديزل. بعد ذلك أضيفت التصنيفات SG و SH و SJ إلى النظام في الأعوام 1989 و 1994 و 1997 على التوالي وأضيفت التصنيفات التجارية CF-4 و CG-4 في عام 1990 و 1994 على التوالي. ويتحدد تصنيف كل من زيوت المحركات بقدرته على إجتياز إختبارات المحركات في إبداء المقاومة للصدأ والتآكل والبلى والتأكسد والحت الحراري والحمأة والورنيش في ظروف التشغيل المختلفة. ولن نتناول كلا من هذه الاختبارات بالتفصيل في هذه المرحلة، غير أن كل واحد منها يتم في ظروف تخضع للسيطرة التامة لإختبار إمكانيات الزيت. وبالرغم من وجود إختبار مختلف لكل فئة من فئات زيت المحركات، فإنه بالإمكان إنتاج زيت محرك واحد يستطيع الوفاء بمتطلبات أكثر من تصنيف خدمة واحد مثل SF و CD. يبدو أن السوق الحالي يذهب باتجاه زيوت

محركات الديزل متعددة الدرجات والتي تقدم للمستهلك نفس الدرجة من الراحة التي يتوقها من زيوت محركات البنزين المتعددة الدرجات ومعظم مصنعي محركات الديزل يوصون بالمواصفات SAE 20W30 أو SAE 15W40 من أجل زيوت محركات الديزل متعددة الدرجات، غير أنهم غير مهتمين بأرقام الدرجات المتعددة كأهتمامهم بخصائص الأداء المطلوب. وتركز شركتي ماك وديترويت ديزل بشكل كبير على SAE 15W40. وبما أن العديد من مشغلي شاحنات الديزل يملكون تشكيله من المحركات فإنهم يستخدمون زيت SAE 15W40 في جميع محركات الديزل لديهم.

ينبغي أن نذكر بأن العديد من مصنعي محركات الديزل مهتمون بمحتوى الرماد الموجود في زيت المحركات والرماد المعالج بالسلفات هو مقياس الرماد المعدني الذي سيشكل عندما يحترق الزيت الذي يحتوي مواد مضافة معدنية في حجرة الإنفجار داخل المحرك. فبعض المصنعين يواجهون مشكلة ترسبات الرماد المتشكله على سطح صمام العادم. وتميل هذه التربات إلى التقشر مشكله مسيلا تتصاعد من خلاله غازات العادم الساخنة. وهذا يخلق حالة تدعى الصفير « والتي قد ينجم عنها أعطال في الصمام خلال فترة قصيرة نسبياً . ويبدو أن مستوى الرماد الذي يصل إلى 1% يرضى معظم المصنعين، غير ان كاتربيللر تفضل نسبة 1% إلى 1.5% وأليسون تشالمرز تفضل 1.5% كحد أدنى من الرماد المعالج بالسلفات. ويتضمن الجدول رقم 2 مقارنة بين توصيات مصنعي محركات الديزل الخاصة بزيوت المحركات.

**Table 4**. physicochemical characteristic and allowed values deviation

| Characteristic | Maxi allowed variation motor oil |
|---|---|
| Viscosity at 4O°C and 100°C | ± 20 % |
| Viscosity index | ±5 % |
| Flash point | ± 20 % |
| Total Base Number | Degradation to 50 % |
| Fe | 100 ppm |
| Cu | 50 ppm |
| Pb | 100 ppm |

# *الباب الرابع*

## 4.الطرق المعملية Experimental(7) :

كل لطرق المعملية ماخوزة من مرجع . ASTM

### *1.4المواد Materials:*

**العينات Samples:**

1. زيوت محركات بنزين جديدة ومستعملة ((قطعت مسافه3000كيلومتر)).
2. مضافات كيميائية.
3. زيوت أساس.

### 2.4المعدات والأجهزة Apparatus & Equipments:

- جهاز قياس درجة الوميض (كوب مغلق)

- مقياس اللزوجة
- اسطوانة 250 قياس مل، فرق الجهد ، السحاحة
- جهاز قياس الكثافة ، المحاقن.
- بواتق، فرن كهربائي، وميزان حساس
- جهاز FTIR
- جهاز تقطير فراغى
- جهاز XRF
- فرن التجفيف
- المجفف
- جهاز بلازما الانبعاث الذري ICP Spectrometry.

## 3.4 الكيماويات Chemicals

- الأسيتون، التولوين، الأثير البترول، الآيزوبروبيل الكحول، حمض الهيدروكلوريك الكحولى ، نيترو الفينول، الكلوروفورم، والإيثانول، والكيروسين .
- الماء المقطر، وحامض الكبريتيك (الكثافة النسبية RF = 1.84)، وحمض الكبريتيك (1 +1)، حمض الهيدروكلوريك (1 +1) حمض النيتريك
- غازى الهيليوم والهيدروجين، ماء منزوع الأيونات ، اليود ، وكلوريد الرصاص ، ميثيل كيتون الاستيوفينون، بوتيل أمين ، فورفورال، ميثيل ايثيل الكيتون، ثلاثى ايثيل البيريدين ، ثنائي كلورو الميثان.

## 4.4 الطرق Methods (7):

**التحاليل و الإختبارات المعملية: ASTM METHODS**

يتم إجراؤها في مختبرات خاصة و تعطي صورة تفصيلية عن الزيت و حالته و كذلك فكرة عن أداء المحرك مكان محددو أداء المنقيات و كذلك عن أداء طاقم غرفة المحركات. العينة يتم أخذها من ، قبل دخول الزيت للماكينة و ليس من خارج المنقي ( السيبراتور ) ، عندما يتم أخذ عينة الزيت قبل و بعد المنقي، فإنها تستخدم لتقييم أداء المنقي.تعتبر المراقبة و الكشف الدوري على منظومة التزييت المختلفة للمحرك أمرا" ضروريا" و خاصة الفلاتر، يمكن من خلالها معرفة حالة المحرك و الزيت، وجود الشوائب المعدنية و الذرات الصغيرة دليلا" على وجود مشكلة ما في المحرك ( كوسينات متأكلة أو بري أو كسر بقطعة ما). إجراء الإختبارات ضروري للمحافظة على المحرك .تبديل الزيت بصورة دورية ( حسب توصيات الصانع). من المعروف أن الزيت للمحرك مثل الدم لجسم الانسان، و الشركات التي تستخدم المحركات الرباعية الأشواط ذات السرعات المتوسطة و العالية، يجب أن تهتم إهتماما" كبيرا" بالزيوت و الاختبارات الدورية لها...

**1. تقدير نقطة الوميض:**

تم تحديد نقطة الوميض بإستخدام الطريقة القياسية ASTM D93 وفقا" لهذا الأسلوب ملأ الكوب بالزيت حتى العلامة وتم إغلاقه وسخنت العينة ببطء على فترات منتظمة حتى تم الإشتعال وعندها أخذت قراءت الجهاز. الجهاز يقيس الوميض في درجة حرارة تتراوح بين 40 و $360^{0}C$.

**2 . تقدير اللزوجة**

تم تحديد اللزوجة بإستخدام الطريقة القياسية ASTM D445 وفقا" ل هذه الطريقة ملأ أنبوب مقياس اللزوجة بعينة الزيت ثم وضعت على حمام مائى للحفاظ على اللزوجة عند 40

$^0C$ ، تم تسجيل الوقت اللازم من تتدفق الزيت بفعل الجاذبية، وهو تم تكرير تلك الخطوة عند درجة حرارة $^0C$ 100 . تم حساب اللزوجة بضرب الوقت بالثوانى فى معامل مقياس اللزوجة.

**3. الرقم القاعدى:**

تم تحديد TBNبإستخدام ASTM D4739 وفقا" لذلك تم أخذ 10غرام من العينة تم اذابتها في 125مل من المذيب (كلوروفورم –ايزوبروبان – التولوين) .ثم عوير الخليط ضد 0.1Mحمض الهيدروكلوريك الكحولية.

**4. تقدير الكثافة D4052:**

أخذ وزن محدد من الزيت ( 10 مل ) بواسطة محقنة جزء من الزيت يصل الى الأنبوب الداخلى 0.7مل و اخذتالقراءة من الجهاز مباشر ة على حسب درجة الحرارة التى تم إدخالها الى الجهاز.

**5. الرماد المكبرت D4052:**

أخذت 10 جم من العينة فى بوتقة من بلاتنيوم و أضيفت اليها 5 نقاط من حمض السلفيوريك بعد الحرق الأولى ثم حرقت على اللهب حتى تكون الفحم . أدخلت فى فرن تحت درجة حرارة من 750 الى 770درجة مؤية لمدة 1/2 ساعة بردة البوتقة وحسب الوزن بالجم % .

6. **عناصر المضافات فى الزيت الجديدD4951 :**

تم اخذ وزن او حجم معين وتم تخفيفه بمذيب (زايلين ) وتمت قراءة التركيز بواسطة الجهاز ICP.

**ASTM D5185.7 العناصر فى الزيت المستعمل :**

تم اخذ وزن او حجم معين وتم تخفيفه بمذيب (زايلين ) وتمت قراءة التركيز بواسطة الجهاز ICP.

**: FTIR ASTM D7414. 8**

مرر الزيت على شريحة الجهاز (كلوريد الليثيوم ) بالعينة ( مستخدمة او جديدة)و أدخلت الى غرفة الجهاز.

# الباب الخامس

## 5. النتائج والمناقشة

**Table 5.1** Physicochemical properties of oil

| SAMPLES | FUC | | PET | | MAS | | MIS | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **PROPERTIES** | New | Used | New | Used | New | Used | New | Used |
| **Viscosity at $40^0$C** | 157 | 128.7 | 159.2 | 162.3 | 157 | 154.1 | 161.2 | 149 |
| **Flash point $^0$C** | 218 | 226 | 228 | 240 | 204 | 216 | 228 | 218 |
| **Ash content %** | 1.5% | 1.6% | 1.02% | 1.09% | 1.4% | 1.63% | 1.22% | 2.11% |
| **Density at 15 $C^0$** | 0.8683 | 0.8698 | 0.8671 | 0.8686 | 0.8655 | 0.8745 | 0.8655 | 0.8774 |
| **TBN mg KOH/L** | 10 | 8.5 | 8 | 6 | 8 | 7 | 9 | 6.5 |
| **Ca mg/l** | 2781 | 2640 | 2848 | 2549 | 1994 | 1875 | 1753 | 1673 |
| **Mg mg/l** | 730 | 280 | 1686 | 1227 | 490 | 190 | 1694 | 1540 |
| **Fe mg/l** | 0.00 | 1.678 | 0.00 | 0.98 | 0.00 | 1.3 | 0.00 | 1.51 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cu mg/l** | 0.021 | 0.15 | 0.01 | 0.080 | 0.00 | 0.095 | 0.008 | 0.16 |

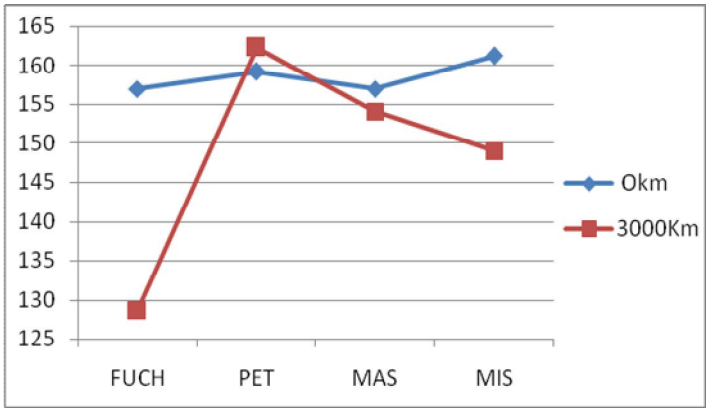



**Figure 5.1 The change of Viscosity at 40C**

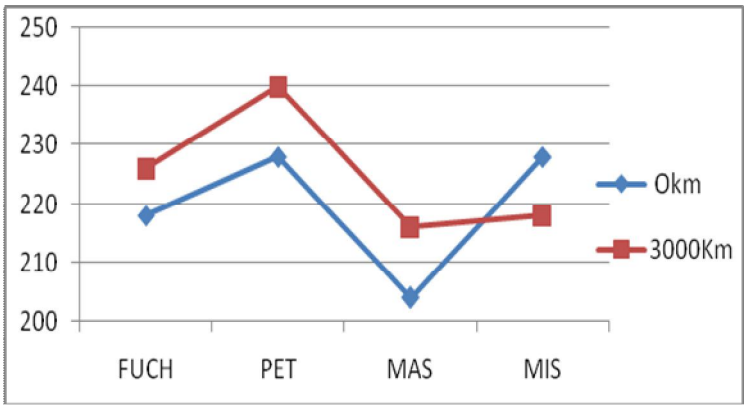



**Figure 5.2 The change of Flash point**

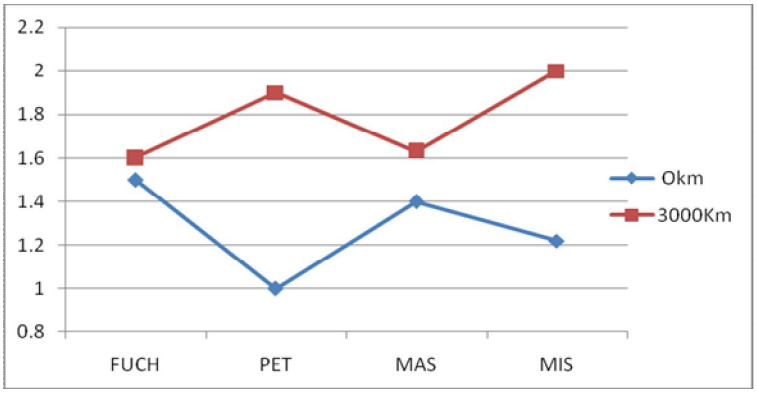



**Figure 5.3 Change of Ash content**

الجدول3 والشكل (1 ) تعرض الى التغيرات فى اللزوجة , حيث تلاحظ إنخفاض اللزوجة فى الزيوت المستخدمة عدا الزيت رقم 2 (PET ) أظهر زيادة فى اللزوجة . إنخفاض اللزوجة قد يعزى الى وجود تلوث بالوقود (بنزين ) أو الى تدهور الزيت (إنتهاء صلاحيته ). وجد أن نقصان اللزوجة بنسبة أكبر من 20 % يعتبر الزيت غير صالح للإستخدام لانه يعرض الأجزاء المتحركة الى التآكل والبرى مما يتلف المحرك(8).

الشكل (2 ) يعرض التغير فى نقطة الوميض . والنتائج أوضحت زيادة طفيفه فى درجة الوميض عدا العينة رقم 4 أظهرت إرتفاع فى درجة الوميض .النقصان فى درجة الإشتعال قد يكون ناتج من التخفيف بالوقود أما الزيادة فى درجة الإشتعال قد تكون نتيجة لحدوث التلوث بالمواد الصلبة مثل السناج والصدأ ومعادن التآكل (نواتج الأكسدة ) وتكونت بسبب حدوث أكسدة للزيوت المستخدمة .

الشكل (3 ) يوضح التغير فى الرماد (ASH CONTENT )المتكون و أظهرت النتائج أعلاها زيادة فى محتوى الرماد للزيوت بعد قطع مسافة 3000 كيلومتر وهذا يعزى الى ظهور مواد غريبة فى الزيت مثل الملوثات والأوساخ ومعادن التآكل ونواتج الأكسدة والإحتراق[9] .

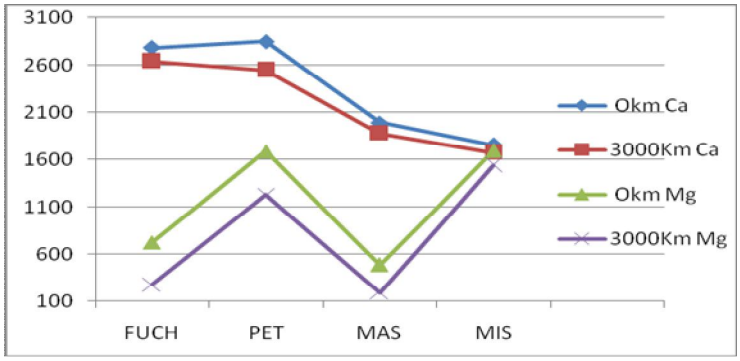



**Figure 5.4 the change of content Ca and Mg with oil type after 3000Km**

الشكل (4) أوضح أن هناك نقصان فى العناصر المضافة CHEMICAL ADDITIVESمثل الكالسيوم والمغنزيوم ويعزى ذلك الى إستهلاك المواد المضافة فى تنظيف الملوثات ومعادلة الأحماض المتكونة. [10] .

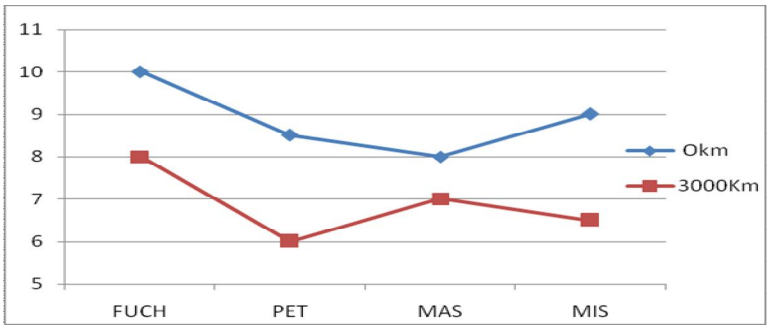



**Figure (5.5) The change of T BN**

الشكل (5) يعرض التغير فى القاعدية الكلية للزيت ونلاحظ نقصان (TBN) لكل الزيوت المستخدمة وهذا دلالة على تكون مواد تآكل فى الزيت (أحماض كاربوكسيلية ) بمعنى حدوث أكسدة للزيت ويجب تغير الزيت عند حدوث نقصان فى قاعدية الزيت بنسبة 50 % . [11]

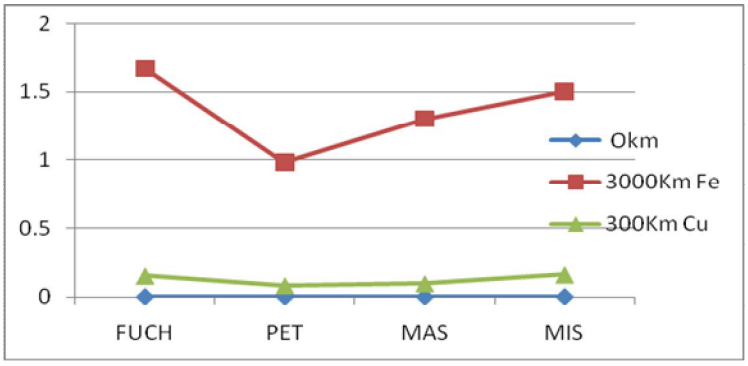



**Figure 5.6 The change of content Fe and Cu with oil type after 3000Km**

الشكل (6 )يوضح تر اكيز معادن التآكل فى الزيت ومن خلال النتائج المتحصل عليها إتضح أن تراكيز معادن الحديد والنحاس أقل من الحد المسموح به مما يدل على أن الزيت يعمل بصورة جيدة .

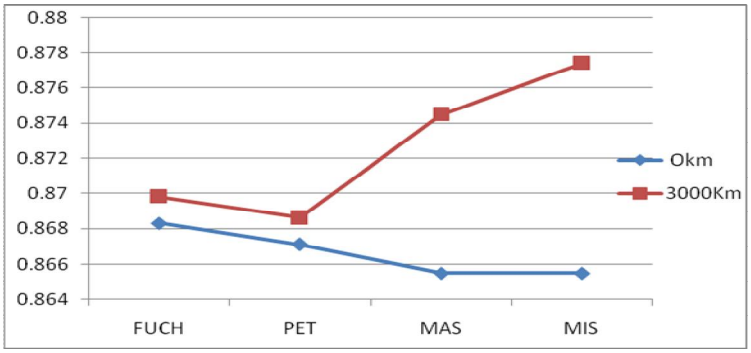



**Figure 5.7. The change of Density**

الشكل (7) أظهر زيادة طفيفه فى الكثافة للزيوت المستخدمة الزيادة فى الكثافة تعزى لظهور نواتج الأكسدة مثل الأحماض والماء والمعادن.[12]

**جدول رقم 5.2.** قراءات بواسطة جهاز الأشعة تحت الحمراء FTIR

| UNUSED F.UCHSGASOLINPEACKS | USED FUCHS GASOLIN PEACKS |
|---|---|
| 3583.49 | 3583.49 |
| 3170.76 | 3172.53 |
| 2921.96 | 2921.96 |
| …….. | 2852.52 |
| 2727.76 | 2725.23 |
| …… | 2041 |
| 1706.88 | 1718 |
| 1600.61 | 1602.74 |
| 1456.16 | 1460.01 |
| 1377.08 | 1377.08 |
| 1305.72 | 1303.79 |
| 1157.21 | 1155.28 |
| 975.91 | ABSENT |
| 813.9 | 813.90 |
| 721.33 | 721.33 |
| 439.74 | 468.67 |

| | |
|---|---|
| **3622.07** | **3612.42** |
| **3159.18** | **ABSENT** |
| **2921.96** | **2921.96** |
| **2725.23** | **2725.23** |
| **2304.78** | **2300.92** |
| **1703.03** | **1703.03** |
| **1595.02** | **1598.86** |
| **1458.06** | **1458.06** |
| **1367.44** | **1373.22** |
| **…….** | **1307.65** |
| **1161.07** | **1161.07** |
| **968.2** | **ABSENT** |
| **871.76** | **ABSENT** |
| **817.76** | **813.90** |
| **730.97** | **729.04** |
| **551.6** | **ABSENT** |
| **424.31** | **435.88** |

**الجدول 5.3 يوضح بعض مواقع الامتصاص**

| **Parameters** | **Spectral location** |
|---|---|
| Soot | 1980 $cm^{-1}$ |
| Oxidation | 1720 $cm^{-1}$ |
| $NO_X$ /Oxidation | 1640 $cm^{-1}$ |
| Sulfation | 1150 $cm^{-1}$ |
| $NO_X$ | 1630 $cm^{-1}$ |

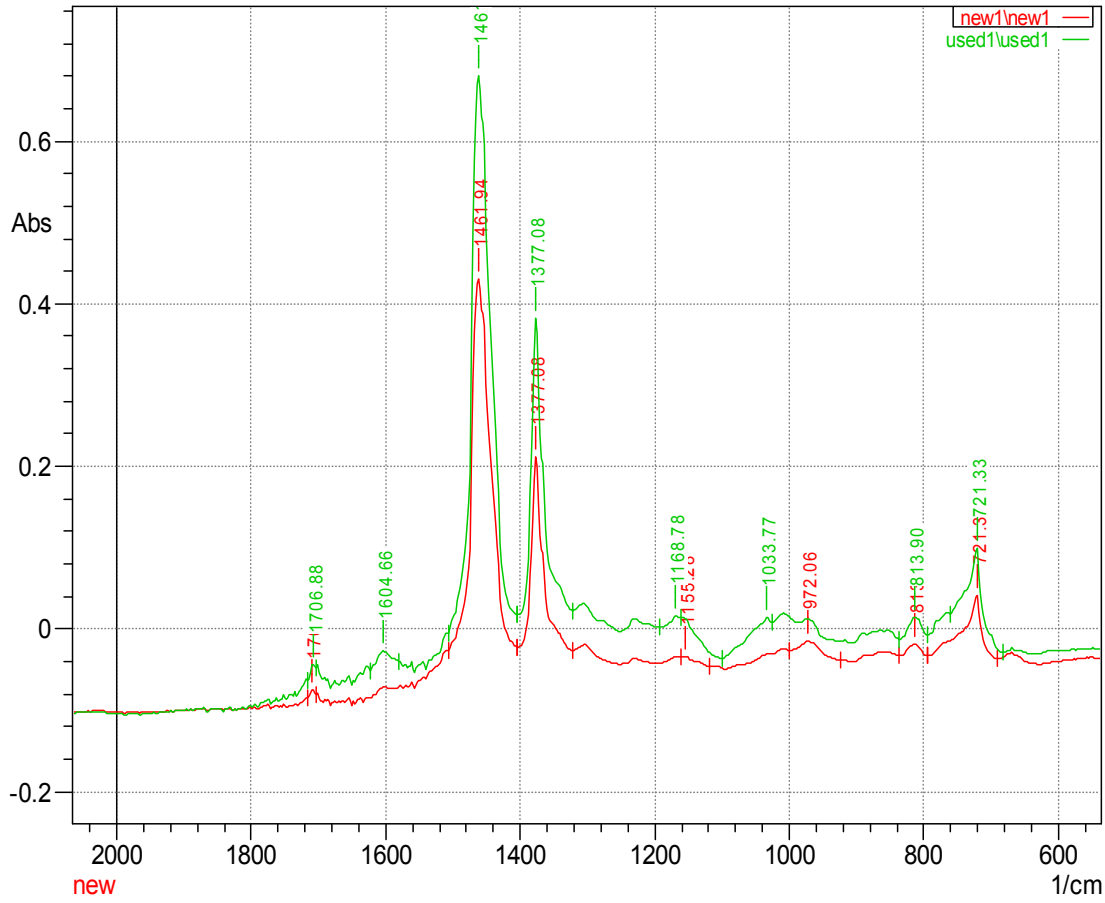



**Figure 8 IR spectrum (new & used)**

الجدول (4) والشكل( 8) أوضح قمم الإمتصاصات للأشعة تحت الحمراء للزيت المستخدم والجديد .وعند قياس الإمتصاص بواسطة جهاز الأشعة تحت الحمراء تلاحظ إختفاء ققمم كانت موجودة فى الزيت قبل الإستخدام وبعد قطع مسافة 3000 كيلومتر إختفت من الزيت المستخدم بمعنى انها أستهلكت او تحولت لمادة أخر ى (أكسدة )و أيضا تلاحظ وجود قمم فى الزيت المستخدم لم تكن موجودة فى الزيت قبل الإستخدام وهذا يدل على حدوث أكسدة للزيت كما ظهرت عند الإمتصاص 1718 $cm^{-1}$ وتكون بعض الرواسب الكربونية عند 2041 cm $^{-1}$.

# الباب السادس

## المراجع

1. Roger F. Haycock (2003). Automotive Lubricants Reference Book. 2nd edition, professional engineering New York USA , (pp 10, 63, 91, 113).

2. A R. Lansdowne. (2004). Lubricant and Lubricant Selection. 3rd edition, professional engineering London , (pp 1, 14, 46, 232, 273).

3. Ludema KC, (1996). Friction, Wear Lubrication, first edition. CRC Press Baca Raton – London, (pp 1-4).

4. RM. Mortier. 2010, Chemistry and Technology of Lubricant. 2nd edition. Springer Science, (pp 77,153,213,459).

5.LeslierR.Rundnick, (2009), 2nd edition Lubricant Additives Chemistry and Application. Designed Materials Group CRC press , (pp 71, 213, 497).

6. Jean. Pierre (1995).Crude Oil Petroleum Products Process Flow sheets. First edition Techno Imprimerie Chirat, Paris, (pp 355,363).

7. Susan A. Arendt and other (2006). ASTM Standards. Section 5 petroleum products, lubricants and fossil fuels, (pp 45, 455 – 567).

8. J. Denis( 2000). Lubricant Properties Analysis and Testing. First edition. Financial Aid of the French Ministry of Culture Paris, (pp 34, 36, 307).

9. Simon A. Watson (2010),. Lubricant Derived Ash in engine sources for reduction. 2nd edition, Massachusetts Institute of Technology, (pp 85 , 344 ,360-372).

10- http://www.ppmoiltesting.com/eval

11- Bogdan.Nedic, (2009), Monitoring Physical and Chemical Characteristics Oil for Lubrication. *Tribology in industry,* **Volume 31,** Engineering Science and Technology (pp 59 – 65).

12-Talal. Yousif, ( 2013) Recycling of Waste Engine Oils *,Energies*.**dio:10:3390 ISSN 1996** .

13.VirgilB.Guthrie .Petroleum products Hand book.First edtion Newyork1960.

14- http//www kittiwake.com/default.aspx/page/KB/168.

15-http://www.ererath.org/article/treatment-process-inpetroleum-refinery.