

❖ منشأ البترول

ان مصطلح البترول (النفط) الذي يعرف بزيت الصخور Rock oil والذي يتألف من مقطعين مشتق من كلمتين لاتينيتين Petra والتي تعني الصخر Rock او الحجر و Oleum والتي تعني الزيت Oil.

يوجد البترول بين الصخور الرسوبية فقط ويعتقد بأن منشأ البترول اما ان يكون نباتياً او حيوانياً وذلك بسبب المخلفات والآثار النباتية والحيوانية التي تم العثور عليها منحوتة على صخور الطبقات الطينية المرافقة لعمليات حفر الآبار النفطية. ولا يوجد النفط والغاز على هيئة برك او احواض تحت الارض وإنما يوجد بهيئة تجمعات نفطية او غازية في المسامات الصخرية حيث تكون هذه الصخور من النوع العالي المسامية بحيث تسمح تجاوبها بحركة النفط او الغاز او الماء بطلاقة وتحيط بهذه الطبقات طبقات اخرى غير مسامية تمنع تسرب النفط او الغاز من المستودعات الصخرية المسامية. من الجدير بالذكر ان البترول يحتوي على كميات كبيرة من الغاز مذابة بهيئة محلول بسبب الضغط الهائل المسلط عليه.

❖ استكشاف البترول

تستخدم العديد من الاجهزة المتطورة والتقنيات الحديثة في المسح الجيولوجي لاستكشاف الآبار النفطية ولعل اهمها نوعان وهي

- 1- اجهزة قياس الجاذبية: وتعتبر هذه الطريقة من طرق المسح الاولية وتعتمد على اساس ان الجاذبية تكون اقل بقليل عند وجود التجمعات الصخرية بالقرب من سطح الارض حيث تزداد الجاذبية عند القمم المحدبة اما التجمعات الملحية فتؤدي الى جاذبية اقل لان كثافة الملح اقل من كثافة الصخور
- 2- طريقة المسح الزلزالي: تجري هذه الطريقة بفتح حفرة صغيرة ثم توليد موجات صوتية بواسطة انفجار صغير في الحفرة الزلزالية ويتم رصد الامواج الصوتية بواسطة سماعات صوتية موضوعة على ابعاد واتجاهات مختلفة من المصدر الزلزالي ويتم تسجيل زمن وصول الصدى ومن دراسة هذه الخرائط الزلزالية يمكن معرفة مواقع تجمع النفط الخام.

❖ حفر آبار البترول Drilling of petroleum wells

توجد طريقتان أساسيتان لحفر الآبار النفطية وهي:

1- طريقة التصادم Impact type

تحتوي هذه الطريقة على ما يشبه الحفار الازميلي المربوط بسلك فولاذي يتحرك الى الاعلى والاسفل بحيث تزال الاجزاء المحفورة بواسطة معدات تشبه السلات. ان هذه الطريقة غير مرغوب فيها حاليا بسبب هدر كميات كبيرة من البترول التي تتدفق بشدة عند وصول الحفر الى المستودع النفطي بسبب تأثير الضغط الداخلي للبئر.

2- طريقة الحفر الدوارة Rotary drilling

وهي من الطرق المفضلة في الوقت الحاضر وتتخلص بربط الحفارة بمحور التدوير وبمساعدة برج للحفر. ومن مميزات طريقة الحفر الدوار على الحفر السلبي ما يأتي:

- أ- ان الضغط الهيدروستاتيكي له يمنع التدفق المفاجئ للنفط من البئر
- ب- اهميته في نقل الصخور المحطمة الى الخارج وبذلك تكون عملية الحفر مستمرة الى حين العثور على المستودع النفطي وتكون الحفارة مربوطة من خلال انابيب سميكة تصل الى الخارج تستخدم للتغذية والتفريغ وبعد اتمام حفر البئر تجري عمليات تكميلية مثل تبطين البئر بطبقة كونكريتية لمنع انهيار البئر ويتم ربط البئر بمعدات الضخ والسحب المناسبة.

❖ نقل وخرن النفط الخام ومشتقاته

تستخدم طرق مختلفة لنقل وخرن النفط الخام ومشتقاته ومنها خط الانابيب pipe line حيث تعتبر من وسائل النقل المألوفة وتتباين هذه الانابيب في قطرها والذي قد يصل الى حوالي متر ونصف. من اهم المشاكل التي تواجهها شبكات انابيب نقل النفط هي التآكل Corrosion لذلك تستخدم عدة وسائل لحماية انابيب البترول من التآكل مثل الطلاء او طريقة الحماية الكاثودية. من وسائل النقل الاخرى هي استخدام النقل البحري بواسطة ناقلات مصممة خصيصا لهذا الغرض.

يعتبر الغاز الطبيعي من اكثر المشتقات البترولية صعوبة في الخزن وذلك لان تسهيل الغاز يتطلب استخدام ضغوط عالية او درجات حرارية منخفضة جداً ولعل من انجح الطرق بالنسبة للغاز الطبيعي هو انشاء خزانات لها طبيعة مشابهة لمستودعات الغاز الطبيعي تحت سطح الارض.

❖ طبيعة النفط الخام Nature of petroleum

يعتبر النفط الخام كما هو الحال مع جميع المنتجات الطبيعية مزيج معقد التركيب يختلف في تركيبه الكيماوي ويتباين في اللون من اللون البني المخضر الفاتح الى اللون الاسود وكذلك يختلف من حيث اللزوجة فقد يكون سائلاً واطى اللزوجة او قد يكون ذا لزوجة عالية بحيث يكون غير قابل للانسياب. من المكونات الاساسية للنفط الخام هي الهيدروكربونات وكميات قليلة من مركبات الكبريت و النتروجين و الاوكسجين ويقدر عدد المركبات الكيماوية الموجودة في البترول ببضعة آلاف غير ان عدداً قليلاً منها تم تشخيصه بدقة. تتباين مكونات النفط الخام في عدد ذرات الكربون من ذرة كربون واحدة الى اكثر من مئتي ذرة كربون فالمركبات المتكونة من اربع ذرات كربون فما دون تكون بشكل غازات والمركبات التي يتراوح عدد ذرات الكربون بين C_5 و C_{16} تكون بهيئة سوائل اما المركبات التي يزيد عدد ذرات الكربون فيها عن C_{17} تكون صلبة.

من اهم اصناف المركبات الموجودة في النفط الخام ما يأتي:

1- الهيدروكربونات البارافينية Paraffinic hydrocarbons

لهذه المركبات صيغة عامة C_nH_{2n+2} واما ان تكون سلاسلها خطية وتعرف بالبارافينات او متفرعة والتي تعرف بالايزوبارافينات وقد تكون هذه المركبات غازية او سائلة او صلبة (مواد شمعية) وذلك اعتمادا على التركيب الكيماوي والوزن الجزيئي.

2- الهيدروكربونات النفثينية Naphthenic hydrocarbon

لهذه المركبات الصيغة العامة C_nH_{2n} وهي عبارة عن هيدروكربونات حلقة مشبعة تتألف من خمس الى سبع ذرات كربون.

3- الهيدروكربونات الاروماتية Aromatic hydrocarbons: والتي لها الصيغة العامة C_nH_{2n-6}

6 ولها تراكيب سداسية الحلقة.

- 4- الهيدروكربونات المتعددة الحلقات **Multiring hydrocarbons**: وتكون هذه المركبات بهيئة نفثينات او مركبات اروماتية متعددة الحلقات.
- 5- الهيدروكربونات الاوليفينية **Olefinic hydrocarbons**: لهذه المركبات الصيغة العامة C_nH_{2n} واما ان تكون احادية او ثنائية الاصرة المزدوجة. ونظراً لفعالية هذا الصنف من المركبات فأنها توجد في النفط الخام بتراكيز قليلة ويمكن زيادة نسبتها بواسطة عمليات الحل الحراري.
- 6- مركبات الكبريت **Sulfur compounds**: يوجد الكبريت في النفط الخام بشكل حر او متحد وبنسب قد تصل الى 6%. من المركبات المألوفة للكبريت في النفط الخام هي كبريتيد الهيدروجين والثايوفينات Thiophenes والمركبتانات Mercaptanes والكبريتيدات Sulfides وغيرها. تسمى النفوط التي تحتوي على اقل من 0.5% من مركبات الكبريت بالنفوط الواطئة الكبريت وهو من النوع المرغوب فيه جدا ولكون مركبات الكبريت ثقيلة نسبياً فتعرف النفوط الحاوية على نسب عالية من مركبات الكبريت بالنفوط الثقيلة.
- 7- المركبات الاوكسجينية **Oxygen compounds**: يوجد الاوكسجين في النفط الخام بشكل متحد على هيئة مركبات مثل الكحولات والفينولات والراتنجات Resins والحوامض العضوية وتوجد نسبة اعلى من هذه المركبات في النفوط الثقيلة قد تصل الى حوالي 2% وزناً.
- 8- المركبات النتروجينية **Nitrogen compounds**: تبلغ نسبة هذه المركبات في البترول اقل من 0.1% وزناً وتشمل البريديينات والكوينولينات والاندولات والبايرونات وغيرها.
- 9- المركبات اللاعضوية **Inorganic compounds**: يشمل هذا الصنف على الاملاح مثل كلوريد الصوديوم والذي يوجد تقريبا في كافة انواع النفوط وعندما تزيد نسبت هذه الاملاح عن 0.7% وزناً يجب ازلتها كما هو الحال مع مركبات الكبريت والطين والرمل.
- 10- مركبات اخرى: يحتوي البترول الخام على كافة العناصر الموجودة في ماء البحر ولعل من اكثر العناصر المألوف تواجدها هي الفناديوم والنيكل فقد وجد بأن معقدات بورفرين الفناديوم Vanadium porphyrin ترافق النفوط الغنية بالكبريت اما معقدات بورفرين النيكل فترافق النفوط واطئة الكبريت. يوجد في البترول ايضا اليورانيوم والزرنيخ وغيرها من العناصر.

❖ تصنيف البترول Classification of petroleum

يصنف النفط الخام من قبل المصافي نسبة الى اساسه وعلى النحو الاتي:

أ- **النفط الخام ذو الاساس البارافيني**: يكون هذا الصنف عادة غنيا بالمواد الشمعية **Waxes** وزيوت التشحيم **Lubricating grease** ويحتوي على كميات قليلة من النفثينات والاسفلت وتكون نسبة مركبات الاوكسجين والكبريت والنتروجين فيه قليلة ايضا.

ب- **النفط الخام ذو الاساس الاسفلتي Asphalt base crudes** يحتوي هذا الصنف على نسبة عالية من المواد القيرية والاسفلتية وزيوت الوقود الثقيلة.

ج- **النفط الخام ذو الاساس المختلط Mixed base crudes** خصائص هذا الصنف من النفط الخام تتوسط تلك الخاصة بالنفط البرافيني والنفط الاسفلتي الاساس.

د- **النفط الخام ذو الاساس الاروماتي Aromatic base crudes**: يحتوي هذا النوع من البترول على كميات كبيرة نسبيا من المركبات الاروماتية ذات الازان الجزيئية الواطئة والنفثينات وكميات قليلة من الاسفلت وزيوت التشحيم.

يوضح الجدول ادناه بعض المكونات الاساسية للبترول ومدى غليانها

المشتق النفطي	مدى غليانه °F
المقطرات الخفيفة	
الكازولين الطبيعي	180-30
الكازولين	380-80
النفثا	450-200
وقود النفاثات	450-180
الكيروسين	550-350

600-400	وقود التسخين الخفيفة
	المقطرات الوسطية
750-480	زيت الغاز (الكازاويل)
650-380	زيت الديزل
800-550	زيت الوقود الثقيل
	المقطرات الثقيلة
1000-600	زيوت التشحيم
اكتر من 625	الشموع
	مخلفات التقطير
اكتر من 900	زيوت التشحيم
اكتر من 900	الاسفلت
	الفحم البترولي

❖ معالجة النفط الخام الاولية Primary crude treatments

يحتوي النفط الخام على عدد من الشوائب اللاعضوية والتي يجب تعيينها وازالتها قبل اجراء عمليات التصفية وذلك لتأثيراتها السلبية فمثلاً وجود ملح الطعام والكلوريدات الاخرى بنسب عالية قد تتفاعل مع الماء تحت ظروف التصفية من ضغط ودرجة الحرارة مكونة حامض الهيدروكلوريك المسبب للتآكل لوحدات التصفية والخرن. كما ان وجود الرمل والمواد الاخرى العالقة تؤدي الى انسداد وحجب صفائح معدات التقطير وشبكات نقل البترول الخام ومعدات الضخ والتقوية. اما بالنسبة للاملاح اللاعضوية الاخرى فان وجودها في النفط الخام قد تعرقل من كفاءة المبادلات الحرارية وقد تؤدي بعض الشوائب الاخرى الى تسمم العوامل المساعدة المستخدمة في عمليات التصفية مثل عمليات الحل الحراري واعادة التركيب.

تتم ازالة المواد العالقة والشوائب الرملية والترسبات الطينية وذلك بترك البترول الخام في خزانات تعرف بخزانات التركيز حيث تنفصل عن البترول الخام. اما الاملاح فتتم ازلتها بطريقة تعرف بـ ازالة الاملاح Desalting حيث تتم ازالة الاملاح بطريقتين:

1- **الطريقة الكيميائية Chemical desalting:** تتم هذه الطريقة بأضافة الماء الى النفط الخام المسخن الى درجة حرارة تتراوح بين 95-150 مئوي بنسبة تتراوح بين 6-15 % تحت ضغط مناسب يكفي لمنع تبخره ثم يتم استحلاب المزيج Emulsified وبذلك ينتقل الملح الى الطور المائي تتبعها عملية تبخير المستحلب بفعل بعض المضافات الكيماوية لينفصل طور الماء المشبع بالملح ليتم التخلص منه.

2- **الطريقة الكهربائية Electrical desalting:** تتضمن هذه الطريقة اضافة 4-10 % من الماء تحت الضغط عند درجة حرارة تتراوح بين 70-150 مئوي ثم يجري استحلاب المزيج باضافة مواد مستحلبة Emulsifying agent ثم يمرر المزيج المستحلب الى مجال الكتروستاتيكي عالي الجهد فيؤدي المجال المؤثر الى تجمع الشوائب الملحية في الطور المائي وفي نفس الوقت يؤثر المجال المسلط على الطور المائي ليتكثل وبذلك يمكن فصله اما النفط الخالي من الاملاح فيسير الى وحدات التقطير.

بسبب اختلاف مكونات البترول في التركيب الكيميائي وكونه مزيجاً من مركبات مختلفة فتتغير تبعاً لذلك خواصه الفيزيائية مثل اللون والوزن النوعي واللزوجة وغيرها وخواصه الاحتراقية مثل درجة الاشتعال ودرجة الوميض وغيرها لذلك يخضع النفط الخام ومشتقاته الى فحوصات تقييمية مهمة جداً بغية التعامل معه او مشتقاته اثناء عمليات التصفية او النقل او الخزن او من اجل تحديد العمليات الكيميائية الواجب استعمالها مع النفط الخام لتحويله الى مشتقات مفيدة تبعاً للاستخدامات المناطة بها.

1. الكثافة والوزن النوعي Density and Specific Gravity

تعرف الكثافة على انها كتلة وحدة الحجم عند ظروف معينة من الضغط ودرجة الحرارة وتقاس بالغرام لكل سم³. يستخدم مصطلح الوزن النوعي بصورة اوسع والذي يعرف على انه نسبة وزن حجم معين من المادة الى وزن نفس الحجم من الماء على ان يكونا مقاسين في نفس درجة الحرارة. نظراً لتغير حجم السوائل بتغير درجة الحرارة والضغط عليه يقاس وزن حجم معين من البترول المراد قياس وزنه النوعي عند ظروف قياسية وهي 15.6 °C (60 °F) وضغط جوي واحد ويستخدم معهد البترول الامريكي American petroleum institute (API) مقياساً خاصاً به للتعبير عن الوزن النوعي وقد شاع استعمال هذا المقياس في العالم لسهولة التعامل به.

يتم قياس الوزن النوعي اما بواسطة قناني الكثافة او بواسطة الهيدروميتر Hydrometers والتي تكون مدرجة اما لتقيس الوزن النوعي مباشرة او مدرجة حسب وحدات API. يمكن تحويل قياسات الوزن النوعي الى وحدات الـ API بدلالة العلاقة:

$$API\ gravity = \frac{141.5}{Specific\ gravity\ at\ 60\ ^\circ F} - 131.5$$

لقد وجد بشكل عام ان الوزن النوعي للنفط الخام يقل بازدياد عمق آبار البترول اي انه تزداد قيم الـ API له بالرغم من وجود بعض الاستثناءات ويرجع السبب في ذلك الى زيادة حجم الغاز المذاب فيه بازدياد الضغط. ومن الجدير بالذكر ان سعر البترول يعتمد على الوزن النوعي حيث تتميز النفوط الخفيفة بأسعار اعلى من النفوط الثقيلة لأن الاولى تحتوي على نسب اعلى من المشتقات المطلوبة في الاسواق مثل هيدروكربونات الكازولين من ناحية اخرى فأن النفوط ذات الالوان الفاتحة او العديمة اللون تمتاز بدرجات اعلى للـ API حيث تكون النفوط المتوسطة خضراء اللون اما الثقيلة فتتسم بالالوان الاغمق كاللون الاسود.

2. اللزوجة Viscosity

تعرف لزوجة السائل بأنها المقاومة التي تبديها طبقات السائل لغيرها اثناء مرورها عبر انبوب شعري عند درجة حرارة وضغط معينين. تعتبر اللزوجة من الخصائص الفيزيائية الهامة بالنسبة للعديد من المشتقات البترولية وخاصة بالنسبة للزيوت وزيوت التشحيم. ويعتبر تعيينها اساسي بالنسبة للبترول الخام قبل ان تجرى عليه عمليات التصفية والعمليات الكيماوية.

تعتمد لزوجة البترول الخام اعتمادا كبيرا على محتواه من الغازات الذائبة فيه ودرجة حرارته فعند ازدياد كل من المحتوى الغازي ودرجة الحرارة تقل اللزوجة. ان درجة حرارة الطبقات الارضية تتفاوت حسب عمقها عن سطح الارض ومعدل هذا التباين يختلف من موقع الى اخر ولكن بشكل عام يكون هذا التغيير بمقدار 6 لكل 30 متر ونظرا لتغير اللزوجة مع درجة الحرارة فهذا يعني ان لزوجة البترول في المستودعات الصخرية تحت سطح الارض تزداد كلما ازداد عمق البئر. ان معرفة هذه المعلومات عن النفط الخام مهمة جدا لتسهيل عملية استخراج البترول.

من ناحية اخرى انه بازدياد عمق الابار النفطية يزداد الضغط المسلط على الغاز الموجود في المستودعات الصخرية وهذا التفاوت في الضغط قد يتراوح بين بضع مئات من الكيلوغرامات الى بضعة الاف الكيلوغرامات على السنتمتر المربع. وتختلف بذلك كمية الغاز المذابة في البترول اي انها تزداد بزيادة عمق البئر. ويعود سبب ذلك الى زيادة حجم المحلول الناجم عن ذوبان الغاز في البترول الخام وتستمر هذه الزيادة الى ان يصبح المحلول مشبعا بالغاز. ففي الابار العميقة وتحت الضغوط العالية قد يحتوي النفط الخام على ما يقارب 150 مرة بقدر حجمه من الغاز الذائب نسبة الى حجمه عند سطح الارض وعليه عند استخراج النفط من مكمنه تحت سطح الارض فان الغازات الذائبة فيه تتحرر من المحلول كلما قل الضغط المسلط عليه ويقل تبعا لذلك حجم النفط المستخرج نسبة الى حجمه في المكمن الارضي وبفقدان نسبة من الغازات الذائبة فيه تزداد كل من كثافته (الوزن النوعي) ولزوجته.

3. درجة الوميض Flash point

وهي اوطا درجة حرارية يحترق عندها بخار المشتق النفطي عند تعرضه الى لهب. تعتبر هذه الخاصية من الخصائص المهمة جدا من ناحية اختيار انسب الظروف من حيث السلامة لخرن ونقل واستخدام المشتقات النفطية المختلفة. تستخدم عدة انواع من اجهزة قياس درجة الوبيض حسب تطايرية المشتق النفطي المراد فحصه فيستخدم مثلا مع الكيروسين والمذيبات الاخرى التي لها درجة وميض اقل من 85 م° الاجهزة ذات الفجوة المغلقة واتباع طريقة الفحص العالمية ASTM D56 ويستخدم بالنسبة لزيوت الوقود Fuel oil والمشتقات المماثلة طريقة Pensky- Martens ذات الفجوة المغلقة وحسب الطريقة ASTM 93 اما بالنسبة لزيوت التشحيم والمشتقات المشابهة التي لها درجات وميض اعلى من 85 م° فتستخدم طريقة Clevelane ذات الفجوة المفتوحة Open cup وحسب الطريقة ASTM D92.

4. درجة الحريق Fire point

وهي اوطا درجة حرارية يتبخر عندها المشتق النفطي ليتجمع فوق سطح السائل كمزيج مع الهواء قابلا للاشتعال بشكل مستمر عند اشعاله بمصدر خارجي (ASTM D92). يستخدم هذا الفحص مع بعض المشتقات النفطية عدا الزيوت الوقودية.

5. درجة الاحتراق Burning point

هي اوطا درجة حرارية تستمر عندها الابخرة المتطايرة من المشتق النفطي والموجودة في وعاء مفتوح بالاحتراق عند اشعاله بمصدر للنار في موضع قريب من سطح السائل. يستخدم هذا الفحص لمعرفة ظروف السلامة الخاصة بوقود الاضاءة.

6. التطايرية Volatility

تعرف تطايرية الوقود على انها قابليته على التبخر ويعتمد مدى التبخر لاي سائل على ضغطه البخاري اي الضغط الذي تولده جزيئات بخار السائل المتطايرة والموجودة فوق سطح السائل والتي تكون في حالة توازن مع الضغط الجوي. يزداد الضغط البخاري عادة بارتفاع درجة الحرارة حيث يبدأ السائل بالغليان عندما يتساوى ضغط بخاره مع الضغط الجوي ويعبر عن الضغط البخاري لآي سائل بدلالة درجة غليانه.

لكون المشتقات النفطية متكونة من مزيج من الهيدروكربونات لكل منها درجة غليان محددة به فيتم تبعا لذلك تسجيل مدى درجة الغليان فمثلا يبدأ الكازولين بالغليان عند درجة 50 مئوي مبتدنا بالهيدروكربونات الخفيفة وينتهي غليان اخر الاجزاء عند درجة 200 مئوي. تقاس تطايرية بعض انواع الوقود بواسطة التقطير

الاعتيادي وذلك بتقطير 100 مل من المشتق النفطي بواسطة جهاز تقطير بسيط وتسجل درجة غليان بداية التقطير ثم درجة الغليان والحجم المتقطر اثناء عملية التقطير وترسم علاقة بيانية بين النسبة المئوية للجزء المتقطر(المتطاير) ودرجة الغليان. تعين في تجارب التقطير هذه ثلاث درجات حرارية مهمة وهي درجة تقطير 10% و 50% و 90% حيث تمثل هذه الدرجات الثلاث بداية التطاير ووسط التطاير ونهاية التطاير على التوالي. تختلف مشتقات الوقود المختلفة في متطلبات تطايرها فمثلا تعتبر خاصية تطاير الكازولين من الخصائص المهمة المحددة لصلاحية بدء التشغيل في الظروف الباردة وهذه الخاصية هي المسؤولة ايضا عن توقف المحرك في الظروف الحارة بسبب انسداد المجرى الوقودى بالبخار لهذا السبب تحدد مواصفات الكازولين التطايرية حسب الظروف المناخية فمثلا يحتوي الكازولين المستخدم في الشتاء على نسبة عالية من المكونات الاكثر تطايرا بينما الكازولين المنتج في الصيف فيحتوي على كميات اكبر من المواد الاقل تطايرا.

7. درجة الانيلين Aniline point

تعرف درجة الانيلين على انها اوطأ درجة حرارية يمتزج عندها حجمان متساويان من المشتق النفطي والانيلين. يستخدم هذا الفحص لمعرفة المحتوى الاروماتي في المشتق النفطي كالكيروسين والزيوت حيث تزداد درجة الانيلين بانخفاض المحتوى الاروماتي للمشتق النفطي وزيادة المحتوى البارافيني. يتم قياس درجة الانيلين باستخدام اجهزة خاصة لهذا الغرض. يستفاد من خاصية درجة الانيلين في حساب حرارة الاحتراق للوقود ويستفاد منها ايضا في تعيين خاصية اخرى مهمة للتعبير عن المحتوى البارافيني والاروماتي لبعض مشتقات الوقود وهذا ما يعرف بـ **معامل الديزل** والذي يربط العلاقة بين درجة الانيلين ودرجة الجاذبية API وحسب العلاقة التالية:

$$Diesel Index = \frac{Aniline\ point\ ^\circ F \times API\ gravity}{100}$$

8. محتوى الرماد Ash content

يقصد بالمحتوى الرمادي المخلفات غير المتطايرة الناتجة عن عملية حرق المشتقات النفطية حرقاً تاماً ويعبر عادة عن محتوى الرماد بالنسب المئوية الوزنية المتخلفة من المادة الأصلية بعد الحرق. لهذا الفحص أهمية كبيرة بالنسبة لوقود الديزل وزيت الوقود وزيوت التشحيم والتي تضاف لها مضافات مختلفة عضوية ولاعضوية.

9. التدايمي Bleeding

يقصد بهذه الخاصية قابلية انفصال المكونات السائلة عن الصلبة للمشتق النفطي الموجود بهيئة مزيج من المواد الصلبة والسائلة أو المواد شبه الصلبة كما هو الحال مع زيوت التشحيم أو الشحوم البترولية الصلبة.

10. العدد السيتاني ومعامل السيتان Cetane number and Cetane index

العدد السيتاني مصطلح يستخدم للتعبير عن الجودة الاحتراقية لوقود الديزل حيث يمثل هذا العدد النسبة الحجمية للسيتان $C_{16}H_{34}$ التي يجب مزجها مع الفا-مثيل نفتالين في وقود قياسي لتعطي الكفاءة الاشتعالية نفسها للوقود قيد الفحص. يتم قياس هذا العدد عند ظروف قياسية وحسب طريقة الفحص ASTM D613. أما معامل السيتان فيقصد به المعامل الحسابي الذي بواسطته يمكن حساب العدد السيتاني من خصائص أخرى وهي درجة الجاذبية API ونقطة منتصف التقطير. يستفاد من هذه الطريقة في تعيين العدد السيتاني عندما تكون كمية المشتق النفطي غير كافية لتعيين العدد السيتاني بالطرق الأخرى المألوفة ويعتبر أيضاً وسيلة للتأكد من صحة قيم العدد السيتاني.

11. درجة التغييم Cloud point

وهي الدرجة الحرارية التي تتبلور عندها بعض المشتقات الشمعية والمكونات الصلبة للنفط الخام ومشتقاته وتنفصل عن المكونات السائلة عند تبريد المشتق بشكل مفاجئ (ASTM D97).

12. فحص الدكتور Doctor Test

يعتبر هذا الفحص من الطرق القياسية المستعملة في العديد من مصافي النفط للتأكد من خلو المشتق النفطي من مركبات الكبريت كالمركبتانات وخاصة بالنسبة لبعض المذيبات المشتقة من النفط ووقود النفاثات Jet fuel ويجري هذا الفحص باستخدام مزيج من أوكسيد الرصاص وهيدروكسيد الصوديوم والذي يكون بهيئة رصاصيات الصوديوم القاعدية Alkaline sodium plumbite ويستخدم هذا المحلول في بعض عمليات

التحلية حيث يتم تحويل الشوائب المسببة للروائح مثل المركبتانات الى مشتقات الداي سلفايد الاقل رائحة ولازالة الكبريت الحر.

13. درجة التقطر Dropping point

تعتبر هذه الخاصية من الخصائص المهمة للشحوم البترولية Lubricating grease حيث تمثل الدرجة الحرارية التي تتحول عندها الشحوم البترولية من مواد شبه صلبة الى سوائل لزجة ويجري هذا الفحص تحت ظروف محددة (ASTM D566).

14. العدد الاوكتاني Octane number

تعتبر هذه الخاصية عن جودة وقود الكازولين وخاصة ما يعرف بخاصيته المضادة للقرقة Antiknock والتي تحدث في المكائن المستخدمة لكازولين السيارات والطائرات حيث يمثل العدد الاوكتاني النسبة المئوية للايزواوكتان في المزيج المتكون من من الايزواوكتان والهيبتان الذي يعطي الكفاءة الاحتراقية نفسها للوقود المراد فحصه حيث يعتبر العدد الاوكتاني للهيبتان الاعتيادي n-heptane صفرا اي من المكونات المسببة للقرقة الشديدة ويعتبر العدد الاوكتاني للايزواوكتان مساويا للمئة. عندما يراد فحص احد مشتقات الكازولين نسبة لخاصية القرقة تقارن كفاءته الاحتراقية بمزيج قياسي من الايزواوكتان والهيبتان حيث تعتبر نسبة الايزواوكتان في المزيج القياسي بمثابة العدد الاوكتاني للوقود فعلى سبيل المثال عندما يكون العدد الاوكتاني لنموذج معين 90 فهذا يعني ان كفاءته الوقودية تكافئ القيمة الوقودية لمزيج يتكون من عشرة اجزاء من الهيبتان الاعتيادي وتسعين جزءا من الايزواوكتان حجما. تستخدم عملياً طريقتان لقياس العدد الاوكتاني وهي طريقة البحث Research method و طريقة المحرك Motor method.

ان العدد الاوكتاني للكازولين يعتمد بدرجة كبيرة على التركيب الكيماوي ونسب مكونات الكازولين وكما يلي:

(A) التركيب الايزومري: للبرافينات الاعتيادية عدد اوكتاني اوطأ من الايزوبارافينات حيث ان العدد الاوكتاني يزداد بزيادة التفرعات في السلسلة الهيدروكاربونية فمثلا للايزواوكتان (3,3,4-trimethyl pentane) ثلاث تفرعات وان عدده الاوكتاني مئة اما للايزومر 3-methyl heptane تفرع واحد وان عدده الاوكتاني 27 اما الاوكتان الاعتيادي الخالي من التفرعات فعدده الاوكتاني 0.

- (B) الوزن الجزيئي: زيادة الوزن الجزيئي في السلسلة الهيدروكاربونية تقلل من العدد الاوكتاني
- (C) عدم التشبع (الاواصر المزدوجة): للاولييفينات عدد اوكتاني اعلى من البارافينات المناظرة لها
- (D) النفثينات والمركبات الاروماتية: للنفثينات عدد اوكتاني اعلى من البارافينات الاعتيادية واقل من المركبات الارواتية.

15. عدد الاختراق Penetration number

يعبر هذا الفحص عن خاصية التماسك لبعض المشتقات النفطية مثل الشحوم النفطية Grease والاسفلت والمواد القيرية الاخرى ويعبر عنها بدلالة المسافة او العمق الذي تخترقه ابرة قياسية عمودية تحت ظروف محددة في المادة المراد فحصها . يستخدم لهذا الغرض اجهزة تعرف بـ Penetrometers.

16. درجة الانسكاب Pour point

وهي اوطا درجة حرارية يستمر عندها المشتق النفطي بالانسياب. تضاف عادة الى بعض المشتقات النفطية وخاصة زيوت التشحيم مضافات خاصة تعرف بخافضات درجة الانسكاب وخاصة في الظروف الباردة وفي فصل الشتاء.

تصفية البترول Petroleum refining

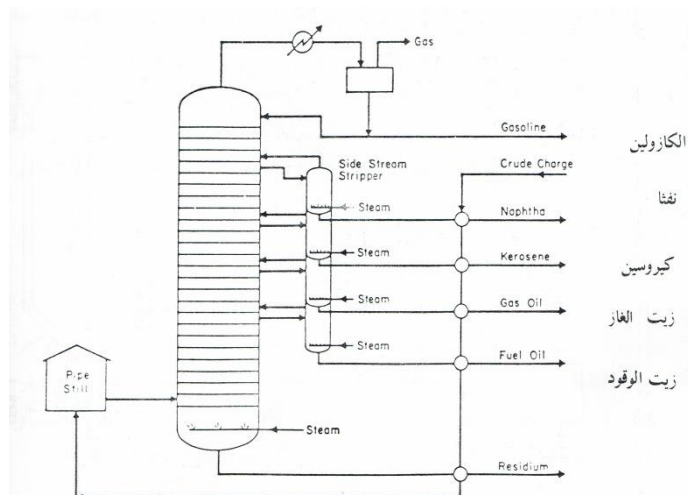
يقصد بتصفية البترول الاقتران بين العمليات الفيزيائية والكيميائية التي بواسطتها يمكن تحويل النفط الخام الى انواع مختلفة من المشتقات النفطية ذات الاستخدامات الوقودية او الاستخدامات الصناعية الاخرى ومثال على هذه المشتقات الكازولين ووقود الديزل ووقود التدفئة المنزلية ووقود محطات توليد الطاقة الكهربائية وغيرها.

التقطير Distillation

تتم تجزئة النفط الخام بواسطة عملية التقطير التجزيئي Fractional distillation حيث تعتمد عملية التجزئة على درجة غليان كل جزء وتحتاج الاجزاء المفصولة بالتقطير الى المزيد من المعالجات الاخرى مثل ازالة الشوائب المسببة للروائح واستخدام بعض المضافات المناسبة واجراء بعض العمليات الكيميائية مثل الحل الحراري واعادة التركيب

تصنف انظمة التقطير المستخدمة في تجزئة النفط الخام الى ثلاثة انواع وهي:

- 1- **الانظمة الاحادية المرحلة:** في هذا النوع من الانظمة يتم تسخين النفط الخام مسبقا بواسطة التيار الخارج ثم يمرر مباشرة الى فرن التسخين ثم الى عمود التجزئة حيث تتم تجزئته الى مكوناته نسبةً الى درجات غليانها فتتفصل الاجزاء ذات درجات الغليان الواطئة من اعلى العمود اما الاجزاء الاخرى فتتفصل من خلال مرورها عبر المسارات الجانبية للعمود والتي توجد على ارتفاعات مختلفة في عمود التجزئة. ان الاجزاء المفصولة من المسارات الجانبية تجرى عليها المزيد من عمليات التجزئة من خلال مرورها في اعمدة تجزئة صغيرة تعرف بـ **المجردات Strippers** ويستخدم في هذه الاعمدة بخار الماء لازالة المكونات المتطايرة من المقطع بحيث يمكن ضبط درجة الغليان الابتدائية للناتج المطلوب بدقة عالية. الشكل ادناه يمثل مخطط لانظمة التقطير احادية المرحلة



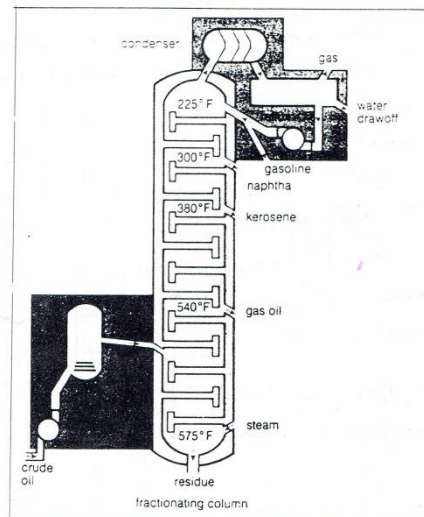
2- **انظمة التقطير الثنائية المرحلة:** تحتوي هذه الانظمة على ثلاثة ابراج، البرج الاولي الذي يعمل تحت ضغط يقدر بـ 3.5 كغم/سم² اما البرج الثانوي فيعمل تحت الضغط الجوي الاعتيادي اما البرج الثالث فيعرف بـ **برج التثبيت**. يستخدم هذا النوع من انظمة التقطير عندما يراد تجزئة النفط الخام الى 6-10 اجزاء من المقاطع الضيقة. تتم في هذه العملية سحب التيارات من المسارات الجانبية للبرج الاولي اما التيار المتدفق من اعلى البرج الاولي فيعتبر تيارا مغذيا لبرج التثبيت حيث يمكن تشغيل برج التثبيت ليعمل كمثبت اعتيادي او بمثابة برج لازالة البيوتان او البروبان. اما التيار الخارج من اسفل البرج الاولي فيعتبر تيارا مغذيا للبرج الثانوي.

3- **انظمة التقطير الثنائية المرحلة ذات البرج المخلخل:** قد تؤدي بعض العمليات ذات الدرجات الحرارية العالية الى حدوث التحلل الحراري للمادة داخل انابيب التسخين او على ضفائح عمود التجزئة ولتفادي ذلك فمن الضروري في بعض الحالات اجراء بعض العمليات تحت ضغط مخلخل بغية خفض درجة تقطير النواتج المطلوبة. ويستخدم التقطير المخلخل في مصافي النفط للحصول على زيوت التشحيم والاسفلت والمشتقات الثقيلة المستخدمة كمواد اولية لعمليات الحل الحفازي.

طرق فصل المشتقات النفطية

1- التقطير التجزيئي Fractional distillation

تتم هذه العملية بضخ النفط الخام بسرعة ثابتة من خلال انابيب فولاذية تمر داخل فرن التسخين وتسخن اما بحرق الغاز او النفط الى درجة حرارة تتراوح بين 315-370 مئوي اعتمادا على نوع النفط الخام وعلى طبيعة النواتج المراد فصلها. ويمرر مزيج من البخار والنفط غير المتبخر الخارج من الفرن الى عمود التجزئة وهو عبارة عن برج اسطواني يصل طوله الى 45 متر ويحتوي على حوالي 30-40 طبقة تجزئة موضوعة على ابعاد متساوية من بعضها وتستخدم عادة انواع مختلفة من صفائح التجزئة فعندما ترتفع ابخرة النفط الخام عبر عمود التجزئة تتكثف عند اعلى العمود بواسطة مكثفات مبردة اما الغازات غير المتكثفة فتفصل من اعلى العمود وتسمى بغاز الوقود Fuel gas. توجد في انظمة عمود التجزئة صمامات للسيطرة على الضغط والذي يكون عادة عند الضغط الجوي الاعتيادي. تجري عملية التقطير والفصل من خلال عملية التصعيد Reflux حيث ان جزءا من السائل المتصاعد يتكثف وينصب من اعلى العمود وينساب الى الاسفل منتقلا من طبقة الى اخرى ويكون في تلامس مع الابخرة المتصاعدة عليه فعند كل طبقة او صفيحة تجزئة تحدث كلتا عمليتي التكثيف والتبخير والتي تستمر لحين الوصول الى حالة التوازن حيث تتركز الاجزاء الخفيفة عند الطبقات العليا من البرج اما الاجزاء الاثقل فتتركز عند الطبقات السفلى حيث يتم سحب المشتقات النفطية المختلفة من الفتحات الجانبية لعمود التجزئة كل حسب مدى درجة غليانه من اعلى العمود الى اسفله. المخطط ادناه يوضح الاجزاء الاساسية لوحدة التقطير التجزيئي.



2- التقطير التجزيئي المخلخل Fractional vacuum distillation

يشبه التقطير المخلخل من حيث الاساس التقطير التجزيئي الاعتيادي بأستثناء واحد وهو استخدام اعمدة تجزئة اكبر في القطر بغية الاحتفاظ بسرعه ثابتة للابخرة عند ضغط مخلخل. يتم توليد الضغط المخلخل من خلال قاذفات بخار مما يتيح بتقطير الاجزاء الاقل تطائرا دون رفع درجة الحرارة الى المدى الذي قد يؤدي الى تفاعلات الحل الحراري عند اجرائها تحت الضغط الجوي الاعتيادي.

3- التقطير التجزيئي الفائق الدقة Super fractionation

يستخدم هذا النوع من التقطير التجزيئي اعمدة تجزئة ذات عدد كبير من الطبقات التجزيئية قد يبلغ عددها اكثر من مئة وبنسبة تصعيد 1:5 وبواسطة هذه المعدات يمكن الحصول على اجزاء تحتوي على بضعة هيدروكربونات او حتى الحصول على مركبات نقية حيث تستخدم هذه الطريقة لفصل الايزوبنتان بنقاوة اكثر من 90% لاستخدامه في كازولين الطائرات وتستخدم هذه الطريقة لفصل الايزوهكسان والايزو هبتان اللذين يتسمان بعددهما الاوكتاني العالي نسبيا.

4- التقطير الازيوتروبي Azeotropic distillation

عند مزج بعض السوائل بنسب معينة ينتج عادة مزيج ذو درجة غليان ثابتة اما اعلى من اي من مكونات المزيج او اوطأ يدعى هذا النوع من المزيج بالمزيج الازيوتروبي وتستخدم تقنيات خاصة لفصل مثل هذا المزيج تعرف بالتقطير الازيوتروبي والذي يقصد به التقطير بوجود مذيب كمكون ثالث للنظام اي يكون مزيجا ازيوتروبيا جديدا مع احد المكونين يسهل فصله عن المزيج الاصلي. فعلى سبيل المثال يستخدم الاسيتون لفصل المزيج الازيوتروبي من الهكسان والبنزين.

5- التقطير الاستخلاصي Extractive distillation

يقصد بالتقطير الاستخلاصي اجراء عملية التقطير و لكن بوجود مذيب يكون من اقل مكونات النظام تطايراً و يجب ان يتسم المذيب بالموصفات التالية :

- ❖ غير مسبب للتآكل للمعدات المستخدمة .
- ❖ غير فعال تجاه جميع مكونات النظام .
- ❖ مستقر حرارياً (غير قابل للتفكك عند درجات الحرارة العالية) .
- ❖ ذو انتقائية عالية .
- ❖ ذو درجة غليان اعلى من درجة غليان جميع مكونات النظام ليسهل فصل المذيب عنها.

من الذبيات المألوفة الاستخدام لفصل التولوين و البنزين هو الفينول. هنالك تشابه كبير بين التقطير الأستخلاصي والتقطير الأيزوتروبي ولكن التقطير الأستخلاصي تعتبر طريقة مفضلة أقتصادياً عندما يحتوي المشتق النفطي على أكثر من 40% من المركبات الأروماتية حيث معظم المركبات غير الأروماتية تنفصل من الجزء العلوي وتتبقى المركبات الأروماتية في الأسفل .

6- الاستخلاص بالمذيبات Solvent extraction

تستخدم عملية الاستخلاص بالمذيبات عادةً في ازالة بعض المكونات التي لها تأثيرات سلبية على مواصفات بعض المشتقات النفطية فمثلاً يمكن تحسين نوعية الكيروسين باستخلاص المركبات الأروماتية الموجودة فيه والتي تحترق مصحوبة بدخان كثيف وروائح غير مقبولة والتي يمكن الاستفادة منها لتحسين بعض انواع الوقود الاخرى لكونها تتمتع بعدد اوكتاني مرتفع وتستخدم هذه الطريقة ايضاً في ازالة المركبات الأروماتية الثقيلة من زيوت التشحيم حيث ان ازلتها تحسن من علاقة درجة الحرارة بلزوجة الزيت بحيث يمكن المحافظة على خصائص التشحيم للزيت لمدى حراري اوسع . و يجب ان يتسم المذيب المستخدم ببعض الخصائص اهمها:

- انتقائية عالية
- غير مسبب للتآكل
- غير فعال
- مستقر حرارياً

- ينفصل عن النظام في مدى حراري معقول

7- الامتصاص والتجريد Absorption and Stripping

تستخدم هاتان العمليتان لفصل المشتقات الخفيفة مثل البروبان والبروبلين والبيوتان من ابخرة الكازولين الخارجة من اعلى عمود التجزئة ففي عملية الامتصاص تمرر ابخرة الكازولين خلال زيت الامتصاص مثل الكيروسين والنفثا الثقيلة في معدات تشبه اعمدة التجزئة حيث تذوب وتكون عملية الامتصاص اكثر عند اجرائها تحت ضغوط 10.5 – 11.2 كغم / سم² , ويتم فصل المشتقات الخفيفة من زيت الامتصاص بعملية التجريد حيث يتم تسخين زيت الامتصاص المشبع بالمشتقات الخفيفة حتى الغليان بواسطة بخار الماء ثم يمرر الى عمود التجريد فتتصاعد المنتجات الخفيفة الى اعلى البرج و تكثف بتبريدها بالماء تحت ضغط اما الزيت غير المتبخر فينسب من اسفل البرج لاعادة استخدامه .

8- الامتصاص (الامتزاز) Adsorption

تتصف بعض المواد الصلبة الشديدة المسامية بقابليتها الانتقائية العالية لامدصاص مركبات معينة و بذلك يمكن فصل بعض المركبات بهذه الطريقة فيستخدم مثلا السيلكا جل لفصل المركبات الاروماتية من الهيدروكربونات الاخرى و يستخدم الفحم الحيواني المنشط لازالة المكونات السائلة من المشتقات الغازية. تشبه عملية الامدصاص عملية الامتصاص بالزيت الى حد ما من حيث الهدف الا انها تختلف عنها من حيث الاساس .

9- الانتشار الحراري Thermal diffusion

عند امرار مزيج من الهيدروكربونات عبر فتحة ضيقة بحدود 0.025 سم بين سطحين احدهما ساخن و الاخر بارد فان بعض المكونات تتركز بالقرب من السطح الساخن والاخرى تتركز بالقرب من السطح البارد وتعرف هذه الظاهرة في الفصل بالانتشار الحراري .

عمليات تنقية المشتقات النفطية Purification processes of petroleum products

قبل تسويق المشتقات البترولية المختلفة لابد من ازالة بعض الشوائب او التقليل من تركيزها الى حد كبير , ومن الشوائب المألوفة مع المشتقات النفطية :

- مركبات الكبريت: لها رائحة كريهة ويوجد توجه عام في العالم للتقليل منها في المشتقات النفطية. ان وجود مركبات الكبريت لها تأثير في تقليل فعالية المضافات المضادة للقرقرة التي تضاف الى بنزين السيارات و الطائرات مثل رابع اثيرات الرصاص وعند وجودها في زيوت الديزل فأنها تؤدي الى حدوث التآكل في المكائن.
- المركبات الاوكسجينية مثل الكيالات الفيولات , الحوامض النفثينية .
- القواعد النتروجينية .
- المشتقات المكونة للاصماغ .
- المركبات غير المستقرة التي تؤدي الى تلويين المشتقات النفطية .

وفيا يلي سنوضح بعض العمليات المستخدمة في تنقية المنتجات النفطية:

1- المعاملة مع حامض الكبريتيك Sulfuric acid treatment

يعتبر حامض الكبريتيك المركز من عوامل التصفية المهمة , حيث يمكن بواسطته ازالة مركبات الكبريت و يؤدي الى بلمرة الهيدروكربونات الفعالة ويعادل القواعد النتروجينية ويمكن بواسطته ازالة المكونات الاسفلتية السهلة الاكسدة , من ناحية اخرى فان المعاملة بحامض الكبريتيك يحسن لون الكازولين الناتج من عمليات الحل الحراري ويمنع تكوين المواد الصمغية اثناء فترة الخزن , وهو مهم جدا في تنقية المذيبات ذات درجات الغليان المحددة والنفط الابيض اللذين يتطلبان وجود تراكيز قليلة جدا من مركبات الكبريت .

2- التحلية Sweetening

يقصد بعملية التحلية في الصناعات النفطية تحويل مركبات الكبريت المركبتانية ذات الرائحة الكريهة و المسببة للتآكل الى مشتقات داي سلفايد Disulphide الاقل ضرراً . تتم ازالة المركبتانات الخفيفة جزئيا بالمعاملة مع القواعد , اما في عملية التحلية فيتم التخلص منها عن طريق اكسديتها بوجود بعض العوامل المساعدة و

تعرف هذه العملية Doctor process oxidation والعوامل المساعدة المستخدمة عادة هي محلول رصاصيات الصوديوم الذي يحضر بإذابة اوكسيد الرصاص في الصودا الكاوية .

3- استخلاص المركبتان Mercaptan extraction

ان عملية التحلية السابقة الذكر قد تفي بالغرض لمعظم الاستخدامات غير ان الازالة التامة لمركبات الكبريت تحتاج استخدام طرق اخرى مثل استخلاص المركبتان بإضافة مواد كيميائية خاصة تدعى solutisers مثل ايزوبوتيرات البوتاسيوم و كريسيلات الصويوم الى محلول الصودا الكاوية فتزداد تبعا لذلك قابلية ذوبان المركبتانات العالية و بذلك يمكن استخلاصها من المشتقات النفطية . وتعامل المشتقات النفطية مسبقا بمحلول الصودا الكاوية لازالة آثار كبريتيد الهيدروجين و الكيلات الفينول ثم يعامل المشتق النفطي مع محلول الاستخلاص solutisers اما داخل اعمدة او بواسطة معدات مزج اخرى ثم يترك المزيج ليركد حيث ينفصل المشتق النفطي و يغسل بالماء و يجفف ليكون جاهزا للخرن .

4- المعاملة بالطين Clay treatment

تستخدم انواع من الاطيان الطبيعية و المنشطة Activated في الصناعة النفطية لازالة الآثار القليلة من الشوائب و تشبه هذه العملية الى حد بعيد عملية الفصل بواسطة الامدصاص , وتحتوي الاطيان الطبيعية على جزيئات كبيرة ذات سلاسل طويلة و تراكيب مسامية عالية ويتم تنشيط هذه الاطيان اما بتسخينها او بمعاملتها بالبخار او بالحوامض . و تستخدم المعاملة بالطين احيانا لازالة بعض الاصباغ او المواد المكونة للاصماغ كما هو الحال مع الكازولين الناتج من عمليات الحل الحراري او عمليات اعادة التركيب في الطور البخاري .

5- المعاملة بالمناخل الجزيئية Molecular sieves treatment

تستخدم المناخل الجزيئية ايضا لتنقية بعض المشتقات النفطية وذلك لميلها الكبير نحو المركبات المستقطبة مثل الماء وثنائي اوكسيد الكربون وكبريتيد الهيدروجين والمركبتانات ويستخدم لهذا الغرض المناخل الجزيئية ذات مساحات يبلغ حجمها 13 انكستروم وتتم عملية التنقية بإمرار المشتق النفطي على عدة طبقات من عامل الامدصاص لفترة زمنية محددة اعتماداً على كمية الشوائب الموجودة فيه. ويمكن تخليص المناخل الجزيئية من المركبات الممدصة فيها بتسخينها بواسطة تيار من غاز مسخن الى 350 – 200 م° حيث يعاد استخدام المناخل الجزيئية ثانية .

6- المعاملة بالهيدروجين Hydrogen treatment

اهم استخدام للمعاملة بالهيدروجين هو ازالة مركبات الكبريت بانواعها المختلفة حيث يمكن اتباع هذه الطريقة مع العديد من المشتقات النفطية و تعرف هذه العملية عادة بالتصفية بالهيدروجين او ازالة الكبريت بالهيدروجين , ويتم مزج المشتق النفطي المراد تنقيته بالهيدروجين ويحول المزيج الى بخار ثم يمرر فوق العامل المساعد (العامل المحفز) مثل التنكستن او النيكل او مزيج من اكاسيد الكوبلت والمولمبيديوم المستندة على الالومينا عند درجات حرارية معتدلة نسبيا تتراوح 260 – 425 م° و تحت ضغط يتراوح بين 56 – 70 كغم/سم² حيث يتم تحويل الكبريت الى كبريتيد الهيدروجين الذي يتم فصله عن تيار الهيدروجين المتداول عن طريق الامتصاص بواسطة محلول داي ايثانول امين الذي يمكن بعدئذ تسخينه لازالة كبريتيد الهيدروجين الممتص واعداد استخدام المذيب. يستغل H₂S المفصول بتحويله الى عنصر الكبريت النقي . و تستخدم عمليات المعاملة بالهيدروجين لإزالة الكبريت و مشتقاته من الكازولين والنفثا والكيروسين وزيتو الغاز ولا تحصل في هذه العملية اية تجزئة للمشتق النفطي وبذلك لا تتغير مواصفات المشتق النفطي فيما عدا تنقيته .

و تتضمن معظم عمليات المعاملة بالهيدروجين على الخطوات التالية:

- أ- تسخين التيار المغذي والهيدروجين الى درجة حرارة المفاعل.
- ب- تلامس التيار المغذي مع العامل المساعد الموجود في المفاعل والذي يكون عادة بهيئة مفاعل احادي او ثنائي المرحلة ذات الطبقة الثابتة.
- ج- وحدة فصل السوائل و الغازات الاحادية او الثنائية المرحلة.
- د- تقطير و تجزئة النواتج السائلة حسب المواصفات المطلوبة للاستخدامات المختلفة.
- هـ- تنقية تيار الهيدروجين لاعادة استخدامه

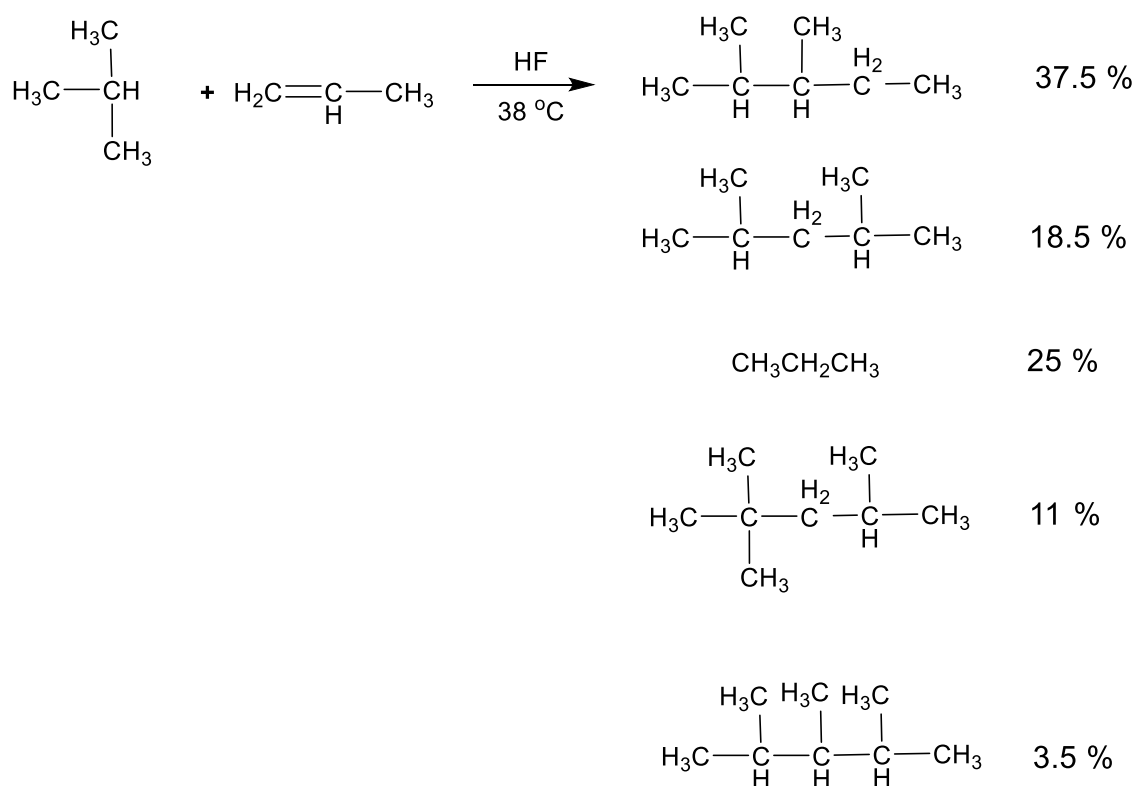
العمليات الكيماوية في تصفية النفط

ان نسب المشتقات الوقودية المستحصل عليها من عمليات تقطير النفط الخام تعتمد بالدرجة الاولى على نوع النفط الخام المستخدم وان الكميات المنتجة من بعض هذه المشتقات لا تساير متطلبات السوق اليها وعليه لا بد

من اجراء المزيد من العمليات الكيماوية على بعض المشتقات المستحصل عليها من وحدات التقطير في تصفية النفط ومن اهم هذه العمليات:

1- الالكلة الحفازية Catalytic alkylation

تعتبر عملية الالكلة بوجود العوامل المساعدة طريقة مهمة لانتاج مشتقات وقودية سائلة ذات عدد اوكتاني مرتفع من بعض النواتج الغازية لعمليات التصفية . وتتضمن هذه الطريقة تفاعل الايزوبيوتان مع الالكينات مثل البيوتين بوجود عامل مساعد حامضي مثل حامض الكبريتيك بتركيز 96-98 % او فلوريد الهيدروجين اللامائي .

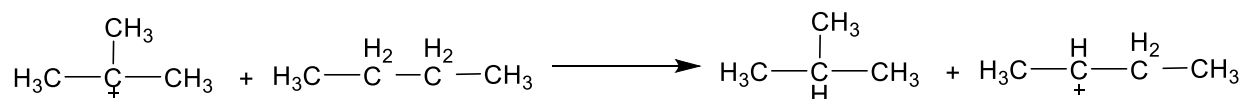
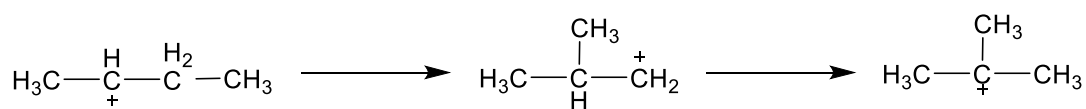
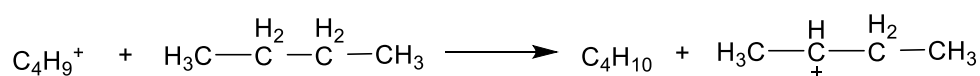
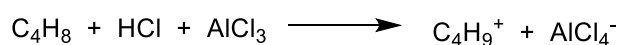


قد ترافق هذه العملية بلمرة الألكينات ، وان تفاعلات البلمرة Polymerization غير مرغوبة في هذه العملية لأنها تؤدي الى أستهلاك جزء من الألكين الباهظ الثمن نسبياً ويمكن الاقلال من حدوث تفاعلات

البلمرة وذلك بأستعمال أقل تراكيز ممكنة من الألكين لان هذا التفاعل يعتمد بالدرجة الاولى على تركيز الألكين وقد تعاني أيونات الكربونيوم الناتجة في الخطوات الوسطية تفاعلات جانبية متعددة مثل الترتيب والحذف Elimination والأضافة Addition وغيرها من التفاعلات الخاصة بأيونات الكربونيوم ويمكن الحصول على حصيلية انتاجية عالية لتفاعلات الألكلة وذلك بأستخدام ظروف دقيقة ومضبوطة للعملية بحيث تقتصر التفاعلات فقط على الالكانات الحاوية على ذرات هيدروجين ثالثة والتي بدورها تكون ايونات الكربونيوم الثالثة الأكثر أستقراراً، أما الألكانات الاخرى التي تكون قابليتها لفقدان ايونات الهيدريد وتكوين ايونات الكربونيوم ضعيفة فأنها تؤثر على عملية الألكلة لأنها تشبه حدوث تفاعلات البلمرة للألكينات . أما عند أستخدام الالكانات الاكبر من الايزوبيوتان فتزداد العملية تعقيداً وذلك بسبب حدوث تفاعلات الحل الحراري من ناحية وأمكانية الاستفاد من هذه الالكانات بأضافتها الى الكازولين مباشرة لكونها سائلة ولها نفس مدى غليان الكازولين .

2- التحول الايزومري الحفازي

ان اهم تطبيق لهذه العملية هو تحويل البيوتان الاعتيادي الى الايزوبيوتان المادة الاساسية المستخدمة في عملية الألكلة السابقة الذكر وتجري عملية التحول الايزوميري بواسطة التماس بين البيوتان الاعتيادي و كلوريد الالمنيوم اما في الحالة الغازية عندما يكون كلوريد الالمنيوم بطوره الصلب كالبوكسايت او ان يجري التفاعل في الطور السائل تحت ضغط وذلك عندما يكون كلوريد الالمنيوم المستعمل في حالة سائلة و بشكل عامل مساعد معقد وعند درجات حرارية تتراوح بين 80 - 150 م°.



يلاحظ من التفاعلات السابقة أن ايونات الكربونيوم يعاد تكوينها باستمرار عليه تحتاج هذه العملية فقط الى كميات قليلة من الالكين ، ويحتاج هذا التفاعل أيضاً الى كميات قليلة من كلوريد الهيدروجين الذي يسلك كعامل

مساعد مشارك Cocatalyst وقد يضاف هذا الجزء باستمرار في مثل هذه العمليات او قد يتكون في العملية نفسها من تفاعل كلوريد الالمنيوم مع الكميات القليلة من الماء الموجودة في النظام.

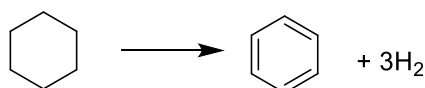
3- التحول التركيبي الحفازي Catalytic reforming

تستخدم هذه العملية لتحسين خواص بعض المشتقات الوقودية مثل الكازولين الطبيعي والنفثا وذلك بزيادة العدد الاوكتاني للمشتقات التي لها نفس مدى غليان الكازولين وتستخدم ايضاً في الصناعات البتروكيمياوية لانتاج الهيدروكربونات الاروماتية , وتعتبر هذه العملية حالياً من العمليات الاساسية في تصفية النفط حيث يبلغ العدد الاوكتاني للنواتج المستحصل عليها بهذه الطريقة اكثر من 90 وتتم هذه العملية عند درجات حرارية مرتفعة تتراوح بين 450 – 550 مئوية وتحت ضغط 10 - 50 جو وبوجود الهيدروجين .

يحدث في هذه العملية العديد من التفاعلات الكيماوية المعقدة ومن هذه التفاعلات هي:

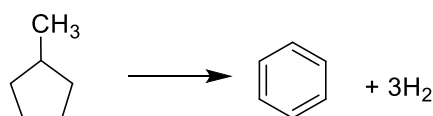
أ- الازالة الهيدروجينية للنفثينات Naphthene dehydrogenation

مثل تحول الهكسان الحلقي الى البنزين



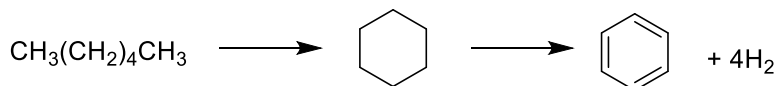
ب- الازالة الهيدروجينية المصحوبة بالتحول الايزومري للنفثينات

ومثال على ذلك التفاعل التالي:



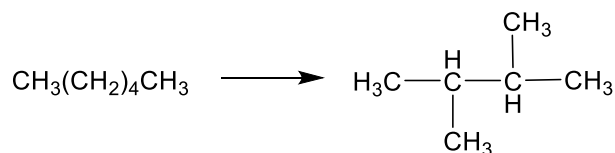
ج- الازالة الهيدروجينية وتكوين الحلقات من المشتقات البرافينية:

مثل تحول الهكسان الى البنزين



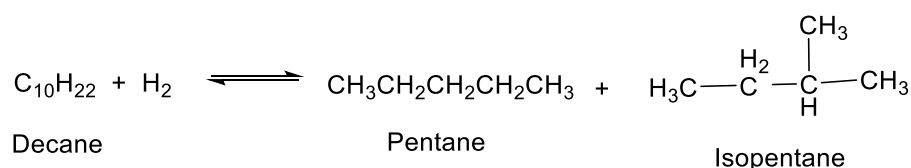
د- التحول الايزومري للبرافينات paraffin isomerization

مثل تحول الهكسان الاعتيادي الى داي مثيل بيوتان



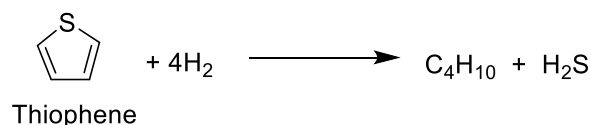
ه- الحل الحراري الهيدروجيني للبرافينات *paraffin hydrocracking*

كما في التفاعل التالي



و- الازالة الكبريتية المهدرجة *Hydrodesulphurisation*

كما في المثال التالي



تعتبر التفاعلات أ، ب، د هي المتغلبة أما بقية التفاعلات فيزداد احتمال حدوثها عند الدرجات الحرارية المرتفعة. وفي هذه العملية يجب تجنب حدوث تفاعلات الحل الحراري الهيدروجيني لأنها تؤدي الى تكوين المزيد من الكوك المترسب لأن هذه التفاعلات تقلل من نسب النواتج السائلة المرغوب فيها .

4- عمليات الحل الحراري *Thermal cracking processes*

وهي العمليات التي بواسطتها يتم تحويل اجزاء من النفط الخام الى الكازولين، حيث يحتوي النفط الخام على مايقارب 18% من الكازولين ولطلب المتزايد على الكازولين تم اتباع عمليات متنوعة ولعل أهم هذه العمليات هي الحل الحراري حيث اصبحت في الوقت الحاضر نسبة الكازولين في النفط الخام أكثر من 50%.

لقد طورت في الأونة الاخيرة العديد من عمليات الحل الحراري ولعل من أكثر هذه العمليات شهرة هي العملية المعروفة بأسم "Tube and Tank process" وعلى الرغم من استخدام عمليات الحل الحراري في

العديد من المصافي الصغيرة غير أنه في الآونة الأخيرة قد حلت عمليات الحل الحراري الحفازي محل عمليات الحل الحراري التقليدية.

تبدأ تفاعلات الحل الحراري للنفط الخام عند درجات حرارية أوطأ بقليل من 370 درجة مئوية غير ان سرعة تفاعلات الحل الحراري عند هذه الدرجة واطئة نسبياً ولا يمكن أستغلالها صناعياً وعليه تجري عمليات الحل الحراري على النطاق الصناعي عند درجات حرارية تتراوح بين 450-565 درجة مئوية عندما يُراد أنتاج الكازولين بالدرجة الأولى.

تتضمن تفاعلات الحل الحراري على تفاعلات كسر أصرة كربون-كربون وعلى تفاعلات الإزالة الهيدروجينية Dehydrogenation والبلمرة Polymerization وتكوين الحلقات Cyclization. وتُعد تفاعلات الانشطار Cleavage والبلمرة من أهم هذه التفاعلات أما بقية التفاعلات فتحدث بنسبة محدودة.

إن الألكانات المتفرعة Branched chain alkane تكون أكثر عرضة وسهولة للحل الحراري بسبب وجود ذرة هيدروجين ثالثة والتي يسهل اقتناصها من قبل جذور حرة أخرى موجودة في النظام مثل الجذور المثيلية والاثيلية ثم تعاني الجذور الحرة الثالثة الناتجة إنشطار بيتا لتكوين الكينات وجذور حرة جديدة كما في الالكانات الأعتيادية.

أما الألكانات الحلقية فأنها تعاني من تفاعلات الحل الحراري أسوءً بالالكانات الأعتيادية غير ان نواتج الانشطار قد تختلف قليلاً. في حين أن الهيدروكربونات الاروماتية فأنها تبدي مقاومة عالية تجاه تفاعلات الحل الحراري وأن تفاعلات الحل الحراري في مثل هذه المركبات تقتصر فقط على السلسلة أو المجموعة الهيدروكربونية المرتبطة بالحلقة الاروماتية كمجموعة معوضة .

5- عمليات الحل الحراري الحفازي Catalytic Thermal Cracking Processes

الغرض منها هو أنتاج كازولين محسن ذو مواصفات مضادة للقرقعة وعدد أوكتاني عالي وهذا هو الفرق بينها وبين عمليات الحل الحراري الأعتيادية.

يوجد حالياً نوعان من عمليات الحل الحراري الحفازي مستخدمة على النطاق الصناعي وهي:

(a) العمليات ذات الطبقة المسالة Fluid-bed

(b) العمليات ذات الطبقة المتحركة Moving-bed

وتغطي هاتان العمليتان حوالي 85% من مجموع عمليات الحل الحراري الحفازي.

يستخدم في عمليات الحل الحراري الحفازي نوعان من العوامل المساعدة وهي:

- A. الطبيعية: وهي عبارة عن أنواع من الطين الطبيعي Natural Clay والتي تتكون عادة من السليكا 87.5% والألومينا 12% إضافة الى كميات قليلة من مواد أخرى.
- B. الصناعية: يتم صنعها من مواد نقية وبمواصفات دقيقة ومن أهم هذه العوامل المستخدمة لهذا الغرض تلك المصنوعة من المناخل الجزيئية Molecular sieves وهذه عبارة عن زيوليتات متبلورة صناعية لها تراكيب قريبة من سليكات الألومينا التي أُستبدلت فيها أيونات الصوديوم بأيونات من المجموعة الثامنة أو الفلزات الترابية النادرة Rare earth elements ، تُمزج هذه المناخل الجزيئية مع مواد رابط Binders.

تحتوي مادة التغذية على خليط معقد للغاية من المكونات الكيميائية، يمكن حصر وصف ميكانيكية التكسير المحفز، بوصف التفاعلات الرئيسية والتي ينتج عنها نقصان في الوزن الجزيئي لمكوّن من مكوّنات مادة التغذية. تنقسم ميكانيكية التكسير المحفز الى شقين:

- (a) التفاعلات الأولية: والتي تتضمن كيفية تكوين أيونات الكربونيوم، التي تشكل الحالة الإنتقالية في تكوين النواتج الرئيسية للتكسير المحفز.
- (b) التفاعلات الثانوية: والتي تتضمن حدوث بعض التحولات الكيميائية في بنية النواتج الرئيسية، مثل عمليات اعادة الترتيب Rearrangement وعمليات نزع الهيدروجين Dehydrogenation، ينتج عنها تكوين مركبات اروماتية من هيدروكربونات غير حلّية وغيرها.

6- عمليات الحل الهيدروجيني Hydrocracking processes

يقصد بالحل الهيدروجيني بالحل الحراري بوجود الهيدروجين وتتضمن العملية معاملة المواد الاولية مع الهيدروجين بوجود عوامل مساعدة مزدوجة الفعالية اي عوامل مساعدة تتمتع بصفات الهدرجة Hydrogenation والحل الحراري في آن واحد. وتجري العملية في درجات حرارية تتراوح بين 340-420 درجة مئوية وتحت ضغط 65-135 جو.

تفاعلاتها تكون مشابهة الى تفاعلات الحل الحراري الحفازي غير ان الالكينات الناتجة هنا تتهدرج بسرعة الى الالكانات المقابلة ويعتبر هذا التفاعل ذا أهمية تقنية كبيرة إذ يمنع ترسب الكربون على سطح العامل المساعد.

من السمات المميزة لعملية الحل الهيدروجيني هو إمكانية استخدام مواد أولية ذات مدى غليان مرتفع وذات مرونة في السيطرة الى حد ما على نسب النواتج المتكونة في المزيج إضافة الى عدم وجود الحاجة الى إعادة تنشيط العامل المساعد المستخدم في العملية بسبب عدم ترسب الكربون على سطح العامل المساعد ، غير ان هذه العمليات تكون باهظة التكاليف بسبب الضغوط العالية المستخدمة ولاستهلاكها لكميات كبيرة من الهيدروجين.

ان عمليات الحل الهيدروجيني من العمليات الباعثة للحرارة عليه فأن المفاعلات المستخدمة فيها تحتاج الى تبريد بدلاً من التسخين.

7- عمليات البلمرة الحفازية Catalytic Polymerization Processes

يمكن تحويل الغازات الناتجة من عمليات التصفية مثل عمليات الحل الحراري والحل الحراري الحفازي والغنية بالاوليفينات الى وقود الكازولين ذات عدد اوكتاني مرتفع وذلك باستخدام عمليات البلمرة الحفازية. يستخدم في هذه العمليات حامض الفوسفوريك كعامل مساعد فوق فوسفات النحاس او الكاديوم.

وتجري هذه العملية بتسخين التيار المغذي مسبقاً ثم أمراره فوق العامل المساعد الموجود في المفاعل عند درجة حرارة 175- 230 درجة مئوية وضغط 28- 84 كغم /سم².

يتسم الكازولين المنتج بهذه الطريقة والمشتق من أجزاء النفط الحاوية على البروبلين والبيوتلين بعدده الأوكتاني المرتفع والذي يزيد على التسعين فعند إضافة رابع ايثيلات الرصاص اليه يصبح عدده الأوكتاني أكثر من المئة.

يلاحظ من مناقشة العمليات الكيماوية المختلفة المستخدمة في تصفية البترول ان هذه العمليات تتضمن استخدام عوامل مساعدة وان نوع وطبيعة هذه العوامل المساعدة تحدد كلفة هذه العمليات من حيث نوع المفاعلات المناسبة ونقاوة المواد الأولية المستخدمة ومدى الحاجة الى إعادة تنشيط العوامل المساعدة وغير ذلك من الامور الاخرى ويوضح الجدول التالي ملخصاً لأهم العوامل المساعدة المستخدمة في عمليات التصفية.

العوامل المساعدة	العملية
الومينا - سليكا ، الطين الصناعي ، مناخل جزيئية ،	الحل الحراري الحفازي Catalytic cracking
البلاتين المستند على الألومينا	التحول التركيبي الحفازي Catalytic reforming
الأكاسيد الفلزية Ni, Mn, Co المستندة على الألومينا أو الألومينا - سليكا	الحل الهيدروجيني Hydrocracking
حامض الكبريتيك ، حامض الهيدروفلوريك	الالكلية Alkylation
كلوريد الألمنيوم	التحول الايزوميري Isomerisation
حامض الفوسفوريك على مسند خامل	البلمرة Polymerisation

المنتجات البترولية

1- الغازات البترولية Petroleum Gas

يوجد مصدران للغازات البترولية

المصدر الاول والرئيسي هو الغاز الطبيعي المرافق للنفط الخام والذي يتكون من الهيدروجين والميثان والايثان والبروبان والبيوتان وبعض الشوائب.

المصدر الثاني يشمل الغازات الناتجة من بعض عمليات التصفية والتي تعرف بغازات المصافي كما هو الحال في عمليات الحل الحراري والحل الحراري الحفازي.

تستخدم هذه الغازات كوقود للتسخين وكمواد اولية اساسية للصناعات البتروكيمياوية. تحتوي الغازات البترولية الناتجة من عمليات التصفية بالاضافة الى المكونات السابقة على الايثلين و البروبلين و البيوتينات و عليه فعندما يراد الحصول على الايثان و البروبان بصورتهاما النقية للصناعات البتروكيمياوية لابد من استخدام معدات تقطير اضافية لفصل الايثلين من الايثان و البروبلين من البروبان .

تعتبر الغازات البترولية وقودا مناسباً للاستخدامات المنزلية وللإستخدامات الصناعية الخفيفة وتعرف الغازات البترولية المستخدمة لهذا الغرض بغاز البترول المسال الذي يتكون من مزيج من البروبان والبيوتان و التي تفصل من الغاز الطبيعي او غاز المصافي حيث يمكن تسهيل هذه المشتقات الغازية تحت تأثير الضغط فقط وفي الدرجات الحرارية الاعتيادية وتحويل حجوم كبيرة منها الى حجوم صغيرة من السوائل داخل اسطوانات خاصة تعرف بقناني الغاز .

هناك بعض الشروط يجب توفرها في غاز البترول المسال وهي:

- 1- يجب ان يكون غاز البترول المسال خالياً من الايثان لأن غاز الايثان لا يمكن اسالته بتأثير الضغط وعند درجة الحرارة الاعتيادية.
- 2- يجب تجنب وجود البنجان السائل لأنه يفصل عن الغاز المسال خلال انابيب الغاز مؤدياً الى انسداد مجرى الغاز في الاجهزة المستخدمة للغاز كوقود.
- 3- يجب ان يكون الغاز المسال خالياً من الهيدروكربونات الغير مشبعة وذلك بسبب قابليتها على البلمرة وتكوين ترسبات صمغية غير مرغوب فيها تؤدي الى انسداد مجرى الغاز.
- 4- يجب ان يكون الغاز المسال خالياً من غاز كبريتيد الهيدروجين لكونه مادة مسببة للتآكل ولكونه يحترق مكوناً اكاسيد الكبريت الحامضية الضارة. غير انه تضاف كميات قليلة جدا من مركبتان الاثيل Ethyl mercaptan او مركبات الكبريت الاخرى ذات الرائحة الكريهة بغية الاستدلال على تسرب الغاز ومنع حوادث الحرائق لكون كل من البروبان والبيوتان عديمي الرائحة.

2- الكازولين Gasoline

يعتبر الكازولين احدى اهم النواتج البترولية ويطلق هذا المصطلح على المشتقات النفطية التي تتراوح درجة غليانها 25 - 190 درجة مئوية والتي تستخدم كوقود للمحركات مثل السيارات و الطائرات بعد ان تجري عليه العديد من العمليات والمعالجات .

الكازولين الطبيعي *Natural gasoline*

يتكون الكازولين الطبيعي من الهيدروكربونات المشبعة مثل البيوتان والبنتان والتي تمثل جزءا من مكونات الغاز الطبيعي والتي يتم فصلها من الغاز الطبيعي بواسطة التقطير التجزيئي . قد يحتوي الكازولين الطبيعي المفصول من الغاز الطبيعي على كبريتيد الهيدروجين وبعض المركبات التي يجب ازلتها منه وذلك بمعاملة الكازولين مع محلول هيدروكسيد الصوديوم و ثم تجفيفه. بالرغم من ان الكازولين الطبيعي لا يعتبر من النواتج النهائية للمستهلك غير انه من المشتقات المهمة حيث يتم مزجه مع كازولين السيارات المنتج في عمليات اخرى بغية تحسين درجة تطايره والتي تعتبر من الخصائص الاساسية للكازولين لان هذه الخاصية هي المسؤولة عن عملية بدء التشغيل . يمكن تحسين مواصفات الكازولين الطبيعي بواسطة بعض عمليات التصفية مثل التحول الايزومري بغية زيادة العدد الاوكتاني له حيث يتم تحويل البيوتان الى الايزوبيوتان والبنتان الى الايزوبنتان , فمثلا يبلغ العدد الاوكتاني للبنتان 62 بينما للايزوبنتان 92 فعند اضافة ثلاثة مليمترات من اثيلات الرصاص يزداد العدد الاوكتاني الى 106 .

كازولين السيارات *Motor gasoline*

نظرا لتطور صناعة السيارات في العالم ازداد الطلب على كازولين السيارات و تنوعت مصادره من المشتقات النفطية حيث ادخلت العديد من عمليات التصفية لانتاج انواع محسنة مثل عمليات البلمرة والالكلة والتحول الايزوميري .

المواصفات الاساسية لكازولين السيارات :

- أ- يجب ان يحترق الكازولين بلطف في المحركات دون حدوث اي قرقرة .
- ب- يجب ان يتسم بدرجة معينة من التبخر بحيث يمكن تغذية مزيج من الهواء وبخار الكازولين الى اسطوانة المحرك والنسب المطلوبة هي 15 هواء الى واحد كازولين.
- ج- يجب ان لا يكون تطايره شديدا بحيث يملأ بخاره مجرى الوقود ومضخة الوقود او المغذي.

- د- يجب ان يكون خاليا من المكونات الواطئة التبخر بحيث يصعب التبخر والاحتراق في اسطوانة المحرك.
- ه- يجب ان يكون تبخره تاما و نظيفا دون ترك اي مخلفات صلبة او صمغية في نظام الوقود او المغذي.

3- المذيبات البترولية او النفط Petroleum solvents or Naphtha

يقصد بالنفثا الصناعية تلك المشتقات الصناعية المستخدمة بمثابة مذيبات او سوائل مخففة Diluents او سائل مرققة Thinners و يوجد اختلاف كبير بين الانواع الثلاثة حيث يكون الصنف الاول قادراً على اذابة المواد اذابة تامة فالنفثا البترولية مذيب جيد للاصماغ والراتنجات والشحوم البترولية اما المواد المخففة في سائل تضاف الى المحاليل لتخفيفها مؤدية بذلك الى تقليل قوة الاذابة للمذيب الحقيقي اما المواد المرققة فهي سائل تضاف الى المحاليل من دون التأثير على قوة اذابة المذيب , ولهذه السوائل استخدامات صناعية متعددة في الاصباغ و الوارنيش لتقليل لزوجة المحاليل .

تحتوي النفطا الصناعية على هيدروكربونات نقيه او مزيج من الهيدروكربونات تفصل هذه المشتقات من البترول الخام او الغاز الطبيعي مثل البننتان و الهكسان و الهبتان و الزايلين و البنزين و بعض المركبات الحلقية مثل الهكسان الحلقي وبعض النفثينات والاوليفينات و تصنف النفطا الصناعية الى اربعة اصناف رئيسية وهي :

- a. النفطا الاليفاتية
- b. النفطا الاروماتية
- c. النفطا الوسطية
- d. النفطا العديمة الرائحة

من اهم مجالات استعمال النفطا البترولية هي:

- 1) مذيبات او مخففات للاصباغ
- 2) مذيبات في طرق الغسيل الجاف
- 3) مذيبات في الصناعات الاسفلتية
- 4) مذيبات في الصناعات المطاطية
- 5) مذيبات في طرق الاستخلاص الصناعية المختلفة

6) مذيبات في المختبرات الكيميائية ومختبرات البحوث

4- الكيروسين Kerosene

يشمل الكيروسين على المشتقات النفطية التي يتراوح مدى غليانها بين 185 – 245 مئوي . بالرغم من ان استخدام الكيروسين لاغراض الاضاءة و الاغراض المنزلية قد انخفض بشكل كبير الا انه لا يزال يستخدم في الكثير من البلدان العالم لاغراض التدفئة و غيرها .

مواصفات الكيروسين المستخدم كوقود منزلي

أ- يجب ان يكون الكيروسين خالياً من المركبات الاروماتية والمركبات غير المشبعة والمركبات الكبريتية ذات الرائحة الكريهة.

ب- عند استخدام الكيروسين بمثابة وقود للاحتراق يجب ان لا يصحب ذلك تولد دخان اسود او نواتج غير مقبولة.

ج- يتطلب للاستخدامات المنزلية وقود ذو درجة وميض مرتفعة نسبيا بحدود 50 مئوي وذلك للتقليل من خطورة نشوب الحرائق بسبب وجود اللهب بالقرب من مستودع الوقود.

5- زيت الغاز ووقود الديزل Gas oil and Diesel oil

يشمل وقود الديزل على المشتقات النفطية التي يتراوح مدى غليانها بين 190 – 385 مئوية ويستخدم زيت الغاز بمثابة وقود للشاحنات الكبيرة ومكائن سحب القاطرات والناقلات. وتعتبر الهيدروكربونات ذات السلاسل المستقيمة غير المتفرعة من المكونات المهمة والاساسية لوقود الديزل الجيد ويعبر عن جودة وقود الديزل بما يعرف بالعدد السيتاني حيث يبلغ العدد السيتاني لوقود الديزل الجيد حوالي 50 وهذا يكافئ مزيجا يتكون من السيتان $C_{16}H_{34}$ والفا ميثل نفتالين بنسبة 50%. وتجري على وقود الديزل العديد من فحوصات السيطرة النوعية مثل درجة الوميض, درجة الانسكاب, نسبة الماء و نسبة الرواسب والمخلفات الكربونية والمحتوى الرمادي والكبريتي .

6- زيوت الوقود Fuel oil

يتكون زيت الوقود او ما يعرف بزيوت الافران من مخلفات عمليات تقطير النفط الخام حيث يتم مزجها مع بعض المشتقات النفطية المناسبة لتكييف لزوجتها حسب الطلب . ويستخدم حوالي 70% من هذه الوقود لتوليد البخار في محطات توليد الطاقة الكهربائية وفي مراحل البواخر او المراحل المستخدمة للاغراض الصناعية , حيث تبلغ سرعاتها الحرارية حوالي 19000 وحدة حرارية لكل باوند حسب المقياس البريطاني (Btu/lb) للوقود الخفيف و تبلغ قيمته للوقود الثقيل حوالي 18300 (Btu/lb) وحدة حرارية بريطانية وهي تمثل كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة باوند واحد من الماء درجة فهرنهايتية واحدة .

7- زيوت التشحيم Lubricating oil

تمثل زيوت التشحيم حوالي 2% من مكونات النفط الخام و تعتبر من المشتقات النفطية المربحة نسبياً حيث يرافق عمليات تصفيتها فصل العديد من النواتج العرضية المهمة مثل المواد الشمعية والاسفلت وغيرها. وتتسم البرافينات الهيدروكربونية المكونة لزيوت التشحيم بدرجات غليانها المرتفعة وبخصائص تشحيمية اخرى مثل استقرارها الحراري عند درجات الحرارة المرتفعة وانسيابيتها عند درجات الحرارة الواطئة والتغير القليل في لزوجتها عند المدى الحراري المطلوب ودرجة تلامصها المناسبة للاحتفاظ بها في مواقع التشحيم المحددة .

8- الشحوم النفطية Lubricating Greases

ان مواد التشحيم البترولية greases هي دهون تزييت اضيفت لها مواد مثخنة والغاية من التثخين هي ابقاء مادة التزييت ملتصقة بسطح المعدن المراد تزييته لتقليل الاحتكاك وزيادة كفاءة الاجزاء المتحركة في الماكنة وبنفس الوقت الحفاظ على سطح المعدن من السوفان.

ومن اهم المواد المكثفة المستخدمة هي صوابين الالمنيوم والباريوم والكالسيوم والليثيوم وغيرها. وتستخدم في بعض الاحيان بعض العوامل المكثفة غير الصابونية وغير العضوية مثل انواع الطين المحور او السيلكا الناعمة والكاربون او بعض المشتقات العضوية مثل اريل يوريا و البولي اثيلين واصباغ الفثالوسيانين وتضاف الى هذه الشحوم العديد من انواع المضافات مثل مانعات الاكسدة ومانعات التآكل ومحسنات قوة الرقائق. تمثل المواد المكثفة حوالي 3-30% حجماً من تركيب الشحوم.

9- الشمع النفطي Petroleum wax

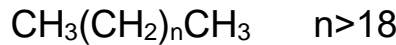
يعتبر الشمع من المشتقات البترولية المهمة وذلك لاهميته في الصناعات الحديثة من ناحية وصعوبة الحصول عليه من المصادر الحيوانية والنباتية بالكميات المطلوبة اضافة الى كون مصادره الطبيعية غير النفطية مكلفة اقتصادياً. بينما يمكن فصل الشمع البترولي من البترول الخام بسهولة وبقاوة عالية اضافة الى مقاومته العالية جداً للماء والرطوبة وكونه عديم الطعم و الرائحة مما ادى الى توسع استخدامات الشمع البرافيني في معظم مخلفات الاغذية والادوية والعطور واستخدامات اخرى منزلية و صناعية عديدة .

ينقسم الشمع البترولي الى نوعين رئيسيين وهما

أ- الشمع البرافيني المستحصل من المستقطرات النفطية

ب- الشمع البلوري الدقيق.

يكون الشمع البرافيني مادة صلبة بلورية وتتكون من مزيج من البرافينات الطبيعية يتراوح طولها بين 20 الى 30 ذرة كاربون وربما اكثر اي ان التركيب العام لها هو



يتميز الشمع بأنه مادة صلبة في درجات الحرارة العادية (25 م°) وتكون له لزوجة واطئة عند تميجه.

10- الاسفلت البترولي

يوجد الاسفلت بشكل طبيعي مع معظم اصناف النفط الخام حيث يتم فصله منها بواسطة عمليات التصفية حيث يتخلف الاسفلت بعد عمليات التقطير تحت الضغط المخال للامشقات الثقيلة للنفط الخام. تكون هذه المخلفات صلبة او شبه صلبة ولكن عند ترك نسب محددة من الاجزاء النفطية مع الاسفلت او عند مزجه بنسب محددة

مع بعض القطرات الزيئية فنحصل على نوع من الاسفلت السائل يعرف بزيت الطرق الذي يستخدم في رش الطرق عند التبليط. وعند مزج الاسفلت مع مشتقات نفطية اخرى مثل النفثا و الكازولين او الكيروسين فينتج عادة نوع ثالث من الاسفلت يعرف بالاسفلت المعاد وعند اذابة الاسفلت في مستحلب للماء ينتج نوع رابع يسمى بالاسفلت المستحلب .

❖ المضافات النفطية

يقصد بالمضافات النفطية المواد التي تضاف الى المنتجات النفطية لتطوير صفاتها الطبيعية ولتحسين بعض خواصها الاستخدامية او لتوسيع مجالات استخدامها. **تصنف المضافات الى ثلاثة اصناف رئيسية**

- 1- المضافات التي تحمي المشتقات النفطية النهائية وتساعد على ثباتها واستقرارها ومنعها من التحلل الكيماوي او التفكك مثل المثبتات ومضادات الاكسدة.
- 2- المضافات التي تحمي المكائن المستخدمة للمنتجات النفطية وذلك بحماية المكائن من المواد المضرة الموجودة في الوقود والزيوت مثل حمايتها من التآكل.
- 3- المضافات التي تحسن بعض الخواص الفيزيائية والاستخدامية للمنتجات النفطية مثل المضافات التي تزيد العدد الاوكتاني او التي تزيد الضغط البخاري.

❖ الخصائص العامة للمضافات

اضافة الى المواصفات الخاصة والنوعية للمضافات مثل معالجة القرقعة ومنع التآكسد وزيادة استقرارية المنتجات النفطية توجد مواصفات وخصائص عامة لا بد من توفرها في المنتجات النفطية

- 1- **ذوبانها التام في المنتج النفطي:** يجب ان تكون المضافات المستخدمة مع المنتجات النفطية ذائبة فيه وان تكون قابلية ذوبانها فيه ضمن المدى الحراري لاستخدام المنتج ويجب ان يتم الذوبان بسرعة لكي يتجانس المنتج دون الحاجة الى اللجوء الى استخدام عمليات اضافية لاذابتها.
- 2- **عدم الذوبان في المحاليل المائية والتفاعل معها:** يجب عدم ذوبان المضافات في الماء لان المشتقات النفطية الحاوية على المضافات قد تتلامس مع الماء اثناء الاستخدام فإذا كانت المضافات ذائبة في الماء عندئذ يتم استخلاصها تدريجيا من المشتق النفطي.
- 3- **اللون:** يعتبر لون المضافات الخاصة بالمنتجات النفطية النهائية مهم جدا لان المنتجات النفطية النقية تكون عادة عديمة اللون او ذات الوان فاتحة لذلك فان استخدام بعض المضافات ذات الالوان الغامقة قد تصعب التمييز بين المشتقات الجديدة كما هو الحال مع زيوت السيارات.
- 4- **التطايرية:** يجب ان تكون المضافات غير متطايرة لان تعرض المشتق النفطي الحاوي على المضافات الى درجات حرارية مرتفعة قد تؤدي الى تبخر المضافات ويقل تركيزها وبالتالي تقل كفاءتها.

- 5- **الثباتية:** يجب ان تكون المضافات مستقرة نسبيا اثناء عمليات المزج او الخزن او الاستخدام ويجب ان تقاوم التحلل المائي وذات ثبات حراري تجاه التفكك عند الدرجات الحرارية العالية وان تكون ذات ثبات كيميائي.
- 6- **الانسجامية:** عند مزج المشتق النفطي مع المضافات يجب ان يكون المزيج الناتج منسجم ويجب عدم حدوث اي تفاعل بينهما مثل تغير اللون او ترسب بعض المواد وغيرها من التفاعلات.

➤ المضافات الخاصة بالغاز السائل

ان غاز النفط المسال المتكون من البروبان والبيوتان ينفرد عن باقي المشتقات النفطية لكونه ينقل ويخزن في حالة السيولة وتحت الضغط وعليه بسبب متطلبات السلامة لابد من تمييزه برائحة مميزة لكونه عديم الرائحة بغية الاستلال عليه عند تسربه. لذلك تضاف الى الغاز السائل نسب قليلة تقدر بكيلوغرام واحد لكل عشرة الاف غالون من الغاز السائل ومن المضافات المألوفة هي **مركبتان الاثيل وكبريتيد الثايوفان وغيرها**. يجب ان تكون المضافات غير سامة وغير فعالة كيميائيا وغير ذائبة في الماء ويجب ان تحترق كليا مع الغاز دون تكوين ترسبات.

➤ مضافات الكازولين

- **مضادات القرقعة:** مركبات تضاف الى الكازولين لزيادة مقاومتها للقرقعة والتي يعبر عنها بدلالة العدد الاوكتاني وتوجد على ثلاثة اصناف رئيسية هي **الهيدروكاربونات ذات العدد الاوكتاني المرتفع، الامينات الاروماتية، المركبات العضوية المعدنية**
- **مضادات الاكسدة والمانعات المحلية:** تضاف مضادات الاكسدة الى الكازولين لمنع تكوين الترسبات الصمغية الناجمة عن اكسدة او بلمرة بعض مكوناته غير المشبعة ويستخدم لهذا الغرض المركبات الفينولية والامينات الاروماتية. اما مانعات الاكسدة المحلية Sweetening antioxidants فتستخدم عندما يحتوي الكازولين على نسب واطنة من المركبتانات فعند اضافة مضادات الاكسدة من نوع فلين داي امين تتحول المركبتانات الى مشتقات كبريتية اقل رائحة.
- **المعطلات الفلزية:** يقوم هذا النوع من المضافات بتعطيل فعل النحاس او الفلزات الاخرى حيث ان الكازولين يتلوث بالنحاس اثناء عمليات التحلية بالنحاس او اثناء عملية التصفية

- نتيجة استخدام سبائك او توصيلات نحاسية. ان وجود النحاس او غيره من الفلزات له تأثير محفز لبعض تفاعلات البلمرة المؤدية الى تكوين الاصماغ او تحفيز تفاعلات الاكسدة
- **مضادات الصدأ ومضادات التآكل:** تضاف بعض المركبات المستقطبة او شبه المستقطبة والتي يجب ان تكون ذائبة في الوقود مكونة طبقة رقيقة تحيط بالسطوح المعدنية من خلال امدصاص جزيئاتها المستقطبة على سطح المعدن او اوكسيد المعدن مانعة بذلك حدوث التآكل او الصدا. يستخدم لهذا الغرض بعض الامينات العضوية والسلفونات العضوية
 - **مانعات التجمد:** يعتبر تكون الثلج في انابيب شبكة الوقود المغذي احد الاسباب الاساسية في توقف مكائن السيارات اثناء الظروف الجوية الباردة والرطوبة. من اهم مضادات التجمد المضافة الى الكازولين هي بعض الكحولات مثل الكحول المثيلي والاثيلي والايذوبروبانول وللاخير كفاءة اعلى من الكحولات الاخرى.
 - **مانعات الاشتعال المسبق:** من اهم المضافات المستخدمة هي مركبات الفسفور مثل Tricresyl phosphate والفسفين وغيرها.
 - **مشحومات الاسطوانة:** تمزج بعض مواد التشحيم مع كازولين السيارات والطائرات بغية تحسين وتشحيم الاسطوانات العليا لازالة الترسبات ومنع التصاق الصمامات والرنكات ويستخدم لهذا الغرض بعض المذيبات الخاصة مثل المقطرات النفثينية وبعض المركبات العضوية الاوكسجينية.

