وحدة التكرير الجوي

i. إزالة الملوحة .
ii. عملية التقطير الجوي .
iii. التقطير الفراغي .

تقطير النفط الخام :- يتم فصل النفط الخام إلى عدة منتجات رئيسية في وحدات تقطير النفط الخام . وتشمل هذه الوحدات :

عملية التقطير الجوي ، والتقطير الفراغي ، ووحدة تثبيت الكازولين وغالبا ما تشمل أيضا وحدة لإزالة الملوحة من النفط الخام . واهم المنتجات التي يمكن الحصول عليها من هذه الوحدات هي :

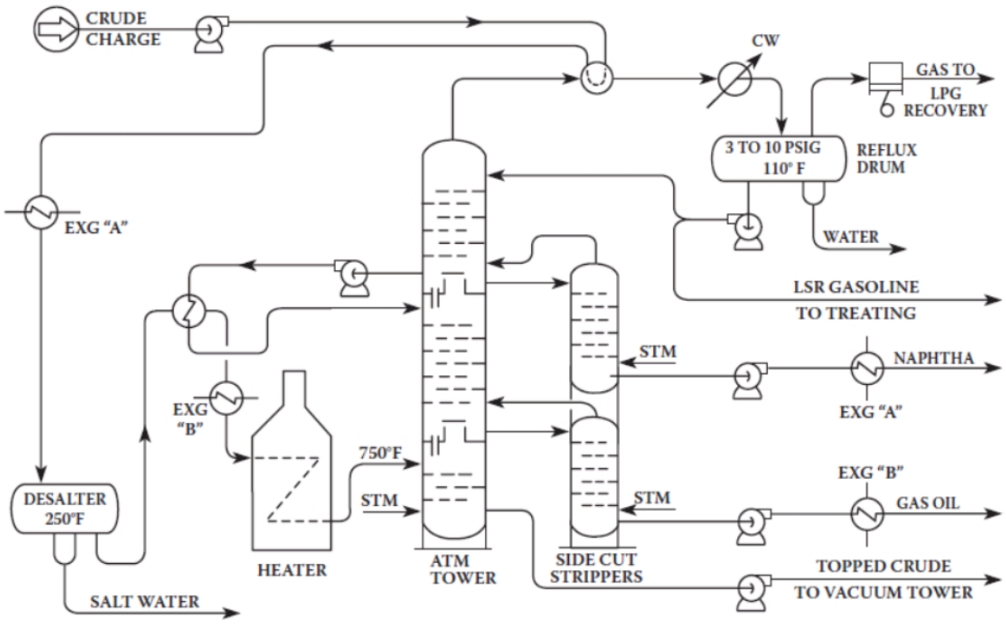
غاز الوقود والكازولين والنفثا والكيروسين وزيت الغاز وزيت الوقود .

i-إزالة الملوحة (CrudeDesalting) :

تنتشر الأملاح في النفط الخام على هيئة محلول ملحي Brine . وهذه الأملاح هي السبب الرئيسي في انسداد المبادلات الحرارية Heat exchangers plugging وفي ترسيب بعض المواد Deposits التي تترسب في أنابيب التسخين في الأفران Pipe still tubes ، وبذلك تؤدي إلى انخفاض كبير في معامل انتقال الحرارة Heat transfer coefficient وكذلك في ارتفاع قيمة هبوط الضغط Pressure drop مما يؤثر على المضخات التي تدفع النفط الخام خلال المبادلات الحرارية والأفران . ويتم إزالة الملوحة في وحدة إزالةالماءوالأملاح desalter unit التي تم شرحها في الفصل الثاني .

ii-عملية التقطير الجوي : Atmospheric Distillation

بعد إزالة الملوحة يضخ النفط الخام - كما مبين في الشكل (٢٥) – خلال مجموعة من المبادلات الحرارية ، حيث يتم تسخين النفط الخام إلى حوالي (530 F) بالتبادل مع المنتجات الساخنة الخارجة من برج التقطير الجوي والتي يراد تبريدها لتخزينها بعد ذلك .



شكل رقم ٢٥

ثم يضخ النفط إلى فرن Fired heater لتصل درجة حرارته إلى حوالي (٣٥٠م^0) وهي درجة كافية لتبخير مكونات البترول الخفيفة والمتوسطة وجزءا آخر من المواد الثقيلة قد يصل إلى

(20 %) منها . ثم يدفع الخام الساخن إلى منطقة الوميض (Flash zone) في برج التقطير .

وبرج التقطير عبارة عن اسطوانة راسية تحتوي على عدد من الصواني يتراوح بين

(30-50 Plates). وينفصل الخام في هذا البرج إلى حوالي خمسة أو ستة منتجات بترولية

(لاحظ جدول رقم ٥) فالغازات و الكازولين يسحب من قمة البرج وزيت الوقود الثقيل أو ما يسمى بالبقايا الجوية Atmospheric residue تسحب من قاع البرج . وأما باقي المنتجات فتسحب من جانب البرج بين كل منها حوالي (5-8 Plates)،

ويضخ بخار مباشر أسفل صينية القاع Bottom tray ليعمل على انتزاع أي بقايا من زيت الغاز Gas oil تكون موجودة في زيت الوقود Fuel oil ، وكذلك يعمل البخار على تخفيض الضغط الجزئي Partial pressure للزيت وبذلك تنخفض درجة غليانه . وجدير بالذكر أن عملية التقطير ألتجزيئي Fractionation التي تتم في برج التقطير تعتمد على وجود تدرج حراري Temperaturegradient في البرج حيث تختلف درجة الحرارة من صينية إلى أخرى اقلها هي درجة حرارة صينية القمة Top tray وأعلاها تقريبا هي درجة حرارة صينية القاع Bottom tray .

جدول رقم (٥) منتجات برج التقطيرمع درجات الحرارة

درجة الحرارة	***القطفة***
القل من ٣٢ مْ	بيوتان والاخف
٣٢-١٠٥	النفثا الخفيفة (وقود السيارات البنزين)
١٥٠-١٨٠	النفثا الثقيلة
١٥٠-٢٥٠	الكيروسين
٢٥٠-٣٥٠	زيت الغاز بنوعيه (الخفيف والثقيل)
٣٥٠- واعلى	مخلفات برج التقطير الجوي

ويتم إحداث هذا التدرج الحراري بإزالة معظم الحرارة من المنتج عند قمة البرج وذلك بسحبه من البرج ودفعه إلى المكثف Condenser حيث يبرد وتتكاثف الأبخرة في هذا المنتج وتتحول إلى سائل يعاد جزء منه إلى البرج فوق صينية القمة ويسمى هذا الجزء بالراجع (Reflux) ويسحب الجزء الباقي كمنتج .

ويعمل السائل الراجع إلى البرج على تخفيض درجة حرارة صينية القمة حيث يتبخر جزء منه وتتكاثف بعض الأبخرة المتصاعدة من هذه الصينية وتعود إلى أسفل على هيئة سائل بارد ،

ويستمر من صينية إلى أخرى وبذلك يتم حفظ التدرج الحراري في البرج . وبدون هذا الراجع لا تتم عملية التقطير بكفاءة .

وعند سحب المنتجات الجانبية وهي النفثا والكيروسين وزيوت الغاز من البرج ، فإنها تحتوي على مكونات خفيفة Light ends تخفض من نقطة وميض Flash point هذه المنتجات مما يسبب خطورة عند نقلها أو تخزينها ، لذلك فإنها توجه إلى أجهزة نزع جانبية Side stream strippers وهي أبراج صواني يحتوي كل منها على حوالي 4-10plates يتم فيها نزع المواد الخفيفة منها بواسطة بخار مباشر يضخ أسفل الجهاز ،ثم يوجه خليط البخار والمواد الخفيفة المنزوعة إلى برج التجزئة الرئيسي ، أما الكازولين الناتج من قمة البرج فيوجه إلى جهاز التثبيت Stabilizer لفصل المكونات الخفيفة منه مثل البيوتان والمركبات الأخف منه -لان الضغط البخاري لهذه المواد مرتفع ويخشى من وجودها في الكازولين فقد تسبب حرائق وانفجارات أثناء تداوله . وجهاز التثبيت هو برج تقطير تجزيئي يعمل تحت ضغط مرتفع (50-275 psi) ليحفظ الأبخرة على هيئة سوائل .

وتكون نسبة الراجع إلى المنتج فيه تصل إلى (Reflux ratio 10-15) وهي نسبة عالية لضمان فصل المكونات الخفيفة بدرجة عالية من الكفاءة ، ويستخدم مرجل لإعادة الغليان Reboiler عند أسفل البرج لتسخين الكازولين وانتزاع المواد الخفيفة منه . وجدير بالذكر أن جهاز التثبيت يسمى وفقا للمواد الخفيفة التي يراد فصلها من قمة البرج ، فإذا كانت البر وبان يسمى الجهاز (Depropanizer) وإذا كانت بيوتان يسمى الجهاز (Debutanizer) .

العوامل المؤثرة على الانتاج :

١- حرارة المادة الخارجة من الفرن transfer line
٢- درجة الحرارة والضغط داخل البرج .
٣- التدرج الحراري خلال البرج .thermal gradient .
٤- كفاءة الصواني .
٥- معدل الجريان Flow Rate للمواد المسحوبة من البرج والرواجع .

آلية التحكم والسيطرة على مواصفات المنتجات الرئيسية لبرج التقطير الجوي في وحدة التكرير الجوي :

١- النفثا الخفيف light gasoline

ان كمية الراجع الى قمة برج التقطير تحدد درجة الحرارة في اعلى البرج top temp وزيادة الراجع تؤدي الى تقليل درجة الحرارة في المنطقة العليا من البرج، مما يؤدي الى تكثف المكونات الثقيلة الصاعدة الى اعلى البرج وتكون المواد الخارجة من قمة البرج مواد خفيفة فقط .

واذا قمنا برفع درجة حرارة اعلى البرج بواسطة تقليل الراجع فان كمية الابخرة التي تخرج من القمة سوف تزداد نتيجة لزيادة التبخير وبالتالي سوف ترتفع درجة الغليان النهائية للبنزين الخفيف .

اما بالنسبة للضغط البخاري Reid vapor pressure للبنزين الخفيف المثبت والذي يتراوح بين 0.5-0.7atm في موسم الصيف والشتاء فيمكن التحكم به بواسطة تغيير درجة الحرارة اسفل برج التثبيت ، فاذا رفعنا هذه الدرجة فان الغازات الخفيفة سوف تطرد اكثر من البنزين الخفيف مما يؤدي الى خفض الضغط البخاري للبنزين الخفيف .

٢-النفثا الثقيلة heavy naphtha

يتم التحكم بدرجة الغليان الابتدائية بالنسبة للنفثا الثقيلة في برج التكرير بواسطة الراجع ،حيث ان زيادة درجة الحرارة في قمة البرج بواسطة تقليل الراجع يؤدي الى زيادة التبخير في المنطقة العليا وزيادة كمية البنزين الخفيف الخارج من اعلى البرج ، وهذا يؤدي الى ارتفاع درجة الغليان الابتدائية للنفثا الثقيلة .

اما درجة الغليان النهائية فيمكن التحكم بها بواسطة زيادة سحب النفثا الثقيلة من الصينية الخاصة بها ، حيث ان هذه الزيادة في السحب تؤدي الى تقليل السائل النازل خلال انبوب Down comer الى الصينية التي تليها وهذا يودي الى زيادة تبخر المواد الثقيلة وصعودها الى صينية النفثا الثقيلة .وللمحافظة على مواصفات الكيروسين فيجب تقليل السحب منه وبنفس مقدار الزيادة في سحب النفثا الثقيلة .

٣-الكيروسين Kerosene

بالنسبة للوزن النوعي Density للكيروسين فيمكن السيطرة عليها من خلال التحكم بكمية الكيروسين المسحوبة ، حيث كلما زاد سحب الكيروسين من برج التكرير (من الصينية الخاصة بالكيروسين) تزداد الكثافة بسبب ارتفاع حرارة الصينية وهذا يؤدي الى ارتفاع **درجة الغليان النهائية** ، والعكس صحيح .

اما بالنسبة الى **درجة الغليان الابتدائية** ، فيتم التحكم بها بواسطة زيادة كمية النفثا الثقيلة (البنزين الثقيل) المسحوبة من برج التكرير من الصينية الخاصة بها ، حيث ان هذه الزيادة في السحب

تؤدي الى ارتفاع درجة الغليان الابتدائية وارتفاع درجة الوميض للكيروسين وذلك للزيادة في تبخر المواد الخفيفة من صينية الكيروسين .

وكذلك يمكن رفع درجة الوميض بزيادة كمية البخار المحمص Stripping Steam الداخلة الى برج النزع Stripper الخاص بالكيروسين ، حيث ان هذه الزيادة سوف تؤدي الى انتزاع كمية اكثر من المواد الخفيفة الموجودة في مادة الكيروسين . وللمحافظة على مواصفات زيت الغاز الخفيف L.G يجب تقليل الكمية المسحوبة منه في برج التكرير بنفس مقدار الزيادة في سحب الكيروسين .

٤- زيت الغاز الخفيف Light gas oil

بالنسبة لكثافة زيت الغاز الخفيف ، فيمكن التحكم بها بواسطة السحب من الصينية الخاصة بها ، حيث ان تقليل السحب من الصينية سوف يؤدي الى انخفاض في الكثافة وذلك بسبب انخفاض حرارة الصينية ، والعكس صحيح .

اما بالنسبة لدرجة الوميض فيتم التحكم بها في برج النزع الخاص بزيت الغاز الخفيف وذلك بزيادة كمية البخار المحمص الداخلة الى برج النزع ، حيث سوف يتم انتزاع كمية اكبر من الابخرة الخفيفة الموجودة في زيت الغاز الخفيف .

٥-زيت الغاز الثقيل Heavy gas oil

عادة يكون ذات مواصفات ثابتة ويخلط مع زيت الغاز الخفيف والنفط الاسود لانتاج زيت الديزل .

٦-النفط المختزل (النفط الاسود) Reduced crude oil

تزداد كثافة النفط المختزل بزيادة التسخين اسفل برج التكرير ،وهذا يتم :

١- بزيادة درجة حرارة النفط الخام الخارجة من الفرن transfer line temperature .
٢- بتخفيض الضغط داخل البرج .
٣- بزيادة كمية زيت الغاز الثقيل المسحوب من البرج ، حيث ان هذه الزيادة في السحب تؤدي الى زيادة تبخير المواد الخفيفة الموجودة في النفط المختزل فتزداد الكثافة .
٤- بزيادة كمية البخار المحمص الداخل الى اسفل برج النكرير ، حيث ان هذه الزيادة تؤدي الى انتزاع المواد الخفيفة الموجودة في النفط المختزل .

اما بالنسبة الى درجة الوميض فتزداد بزيادة حرارة اسفل البرجBottom temp او بزيادةكمية البخار المحمص الداخلة الى اسفل برج التكرير .

iii- التقطير الفراغي (Vacuum Distillation) :

ويتم هذا النوع من التقطير بضغط اقل من الضغط الجوي وتستخدم هذه الطريقة عادة لتجزئة المواد الثقيلة كمخلفات التقطير الجوي والتي تسمى نفط خام مختزل Reduced Crude حيث أن عملية تقطير المواد الثقيلة في برج ا لتقطير الجوي تتطلب تسخين إلى درجات حرارة عالية جدا اعلى من ٣٥٠ مْ مما يسبب تكسير وتحلل للمواد الداخلة إلى البرج ، وهذا التكسير والتحلل يؤدي إلى فقدان المنتجات الوسطية وتكون طبقات من الفحم في أنابيب الفرن وتكلسات أخرى في أنابيب ومعدات الوحدة الإنتاجية ولتفادي هذه التعقيدات يتم تقطير النفط الخام المختزل بضغط اقل من الضغط الجوي في أبراج خاصة يكون شكلها عريض القطر في نصفه السفلي والجزء العلوي يكون ذات قطر اقل . ويكون الضغط فيه بحدود $0.3\text{-}0.4\ gm/cm^2$ علما أن الضغط الجوي الاعتيادي هو $1gm/cm^2$ ودرجة حرارة قمة البرج بحدود ٧٠م^0 واسفل البرج ٣٢٥م^0 .

إن الضغط الفراغي داخل البرج يتم توليده والسيطرة عليه بواسطة مولدات الفراغ Steam Ejectors وبوجود المكثفات البارومترية Barometric Condenser وان عدد هذه المولدات والمكثفات يعتمد على كمية الفراغ المطلوب وعلى كمية الأبخرة المتولدة عند منطقة الدخول إلى البرج . وسيتم تناول الموضوع بالتفصيل في المرحلة الثانية .