

الجمهورية العربية السورية

وزارة النفط والثروة المعدنية

الشركة العامة لمصفاة حمص

مديرية الجودة والسلامة المهنية والبيئة

# عمليات تكرير النفط

## OIL REFINERY PROCESSES

فرجة وإعداد / مدير الجودة والسلامة المهنية

المهندس سمير خالد

## عمليات تكرير النفط OIL REFINERY PROCESSES

تقسم عمليات تكرير البترول إلى خمسة أقسام رئيسية :

### ١- التجزيء (التقطير) - Fractionation (distillation)

وهي العملية التي يتم فيها فصل النفط في أبراج تقطير جوي أو فراغي إلى مجموعات من المركبات الهيدروكربونية ذات مجالات درجات غليان مختلفة تدعى القطفات .

### ٢- عمليات التحويل - Conversion processes

وهي العمليات التي يتم فيها تغيير حجم و/ أو بنية الجزيئات الهيدروكربونية وتتضمن هذه العمليات التالي :

- **التحلل (التقسيم) - Decomposition (dividing)** : باستخدام التكسير الحراري والتكسير الوسيط .

- **التوحيد (الجمع) - Unification (combining)** : باستخدام الالكله و البلمرة .

- **التعديل (إعادة الترتيب) - Alteration (rearranging)** : باستخدام الازمرة و التحسين الوسيط .

### ٣- عمليات المعالجة - Treatment processes

حيث تخضع القطفات البترولية لمعالجة إضافية والحصول على المنتجات النهائية وقد تتضمن المعالجة إزالة أو فصل العطريات والنفثينات والشوائب والملوثات الغير مرغوبة وقد تتضمن المعالجة أيضا الفصل الكيميائي أو الفصل الفيزيائي مثل عملية التنويب أو الامتصاص أو الترسيب باستخدام مجموعة عمليات مثل إزالة الأملاح ، التجفيف ، نزع الكبريت بالهيدروجين ، التكرير بالمحلول ، التحلية ، الاستخلاص بالمحلول وفصل الشمع بالمحلول .

### ٤- عملية التشكيل والمزج - Formulating and blending :

وهي عملية مزج و خلط القطفات الهيدروكربونية مع إضافات معينة ومركبات أخرى وذلك لتشكيل المنتجات بشكلها النهائي وحسب المواصفات المطلوبة .

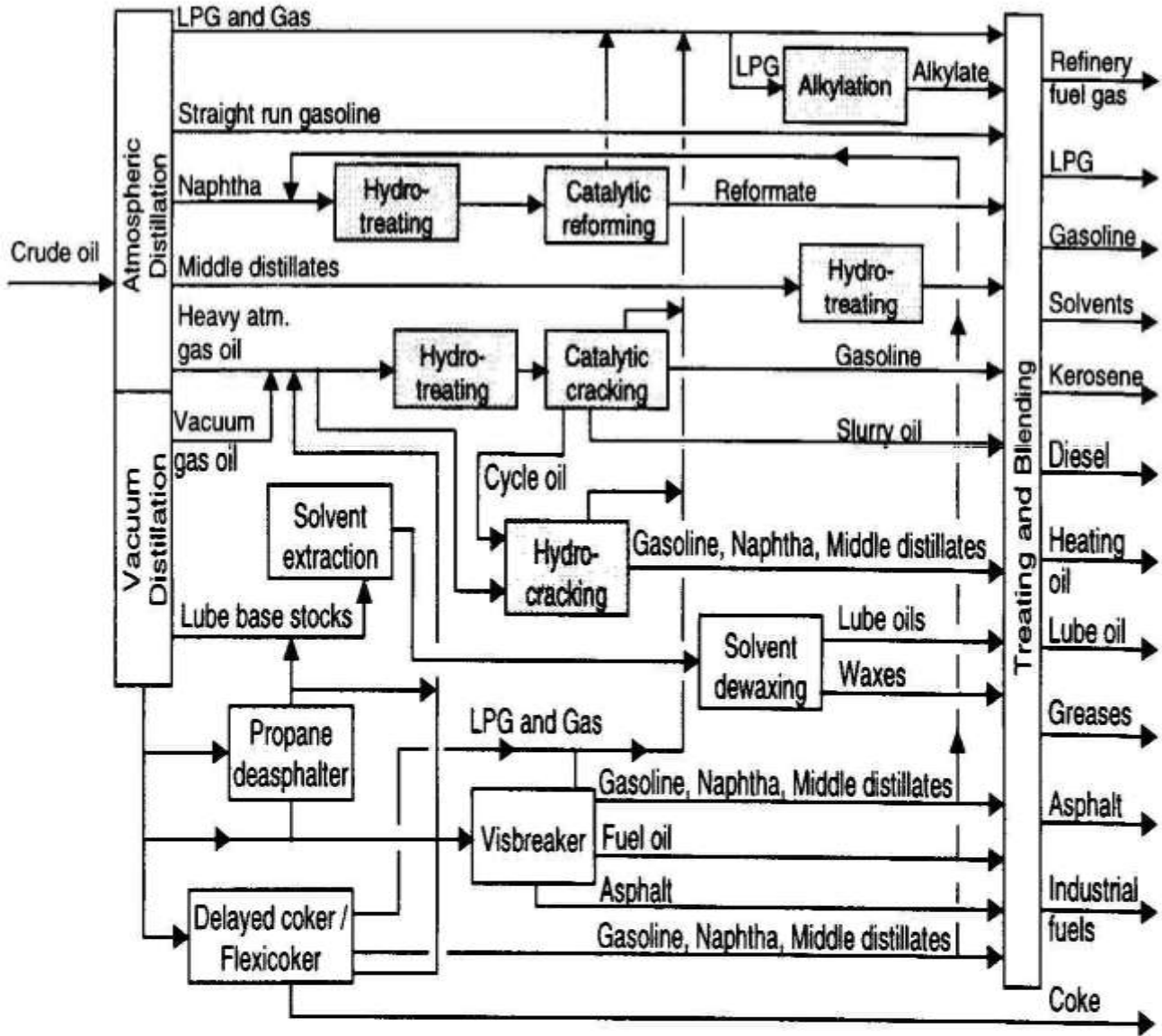
### ٥ - عمليات تكرير أخرى - Other refining operations

تتضمن التالي : - استرجاع النهايات الخفيفة - نزع المياه الحمضية - معالجة النفاية الصلبة ومياه العملية الإنتاجية و المياه الملوثة - التبريد ، التخزين والمعالجة و حركة المنتج - إنتاج الهيدروجين - استخلاص الكبريت - معالجة الغازات الحمضية

## ٦ - العمليات الإضافية والخدمات - Auxiliary operation and facilities

- وتتضمن : - توليد البخار والطاقة . - دارات مياه التبريد وإطفاء الحريق - الأفران والمسخنات - المضخات والصمامات - التزود بالبخار والهواء والنتروجين و غازات الحرق - الإنذارات والحساسات - مراقبة التلوث والضجيج - اخذ العينات والاختبار والتفتيش والمخبر - غرف التحكم - الصيانة - الخدمات الإدارية

يبين الشكل التالي مخطط التدفق في مصفاة حديثة



## العمليات الفيزيائية والكيميائية Physical and chemical processes

يبين الجدول التالي العمليات الفيزيائية والكيميائية التي تتم على النفط الخام ومنتجاته

كيميائية		فيزيائية
وسيطية	حرارية	
الهدرجة	كسر الزوجة	التقطير
التحسين الوسيطي	التفحيم المؤجل	الاستخلاص بالمحلول
التكسير الوسيطي	التفحيم المرن	إزالة الإسفلت بالبروبان
إزالة الشمع الوسيطي		فصل الشمع بالمحلول
الالكلة		المزج
البلمرة		
الازمرة		

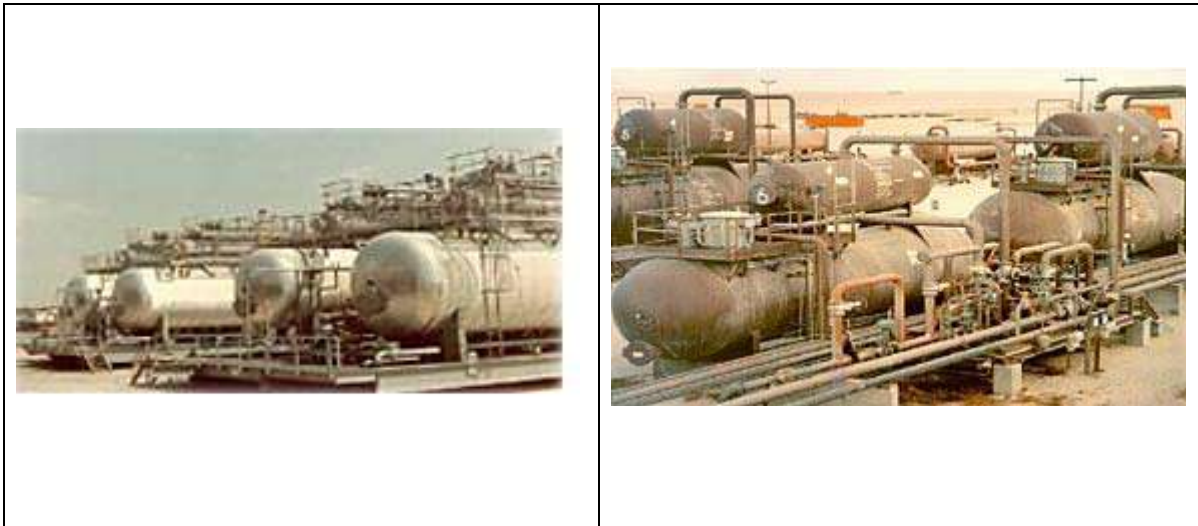
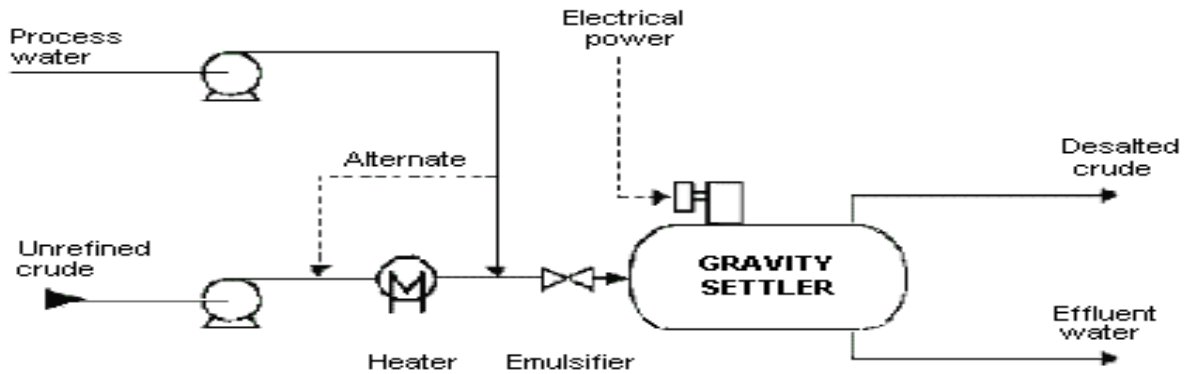
### ١- العمليات الفيزيائية - PHYSICAL PROCESSES

- ١-١: إزالة الملح / إزالة الماء
- ٢-١: كيف يعمل التقطير
- ٣-١: تقطير الخام
- ٤-١: فصل الإسفلت بالبروبان
- ٥-١: الاستخلاص ونزع الشمع بالمحلول
- ٦-١: المزج

### ١-١: إزالة الملح / إزالة الماء - Desalting/dehydration

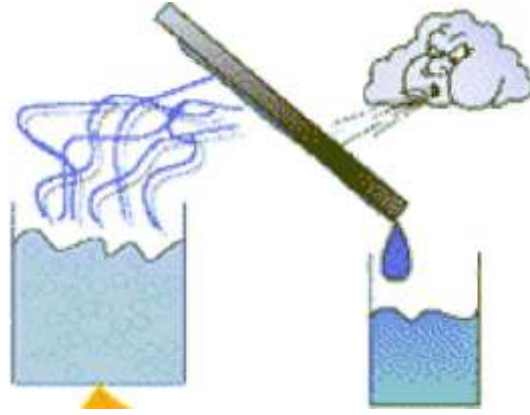
- غالبا ما يحتوي النفط الخام على الماء و الأملاح اللاعضوية والمواد الصلبة المعلقة و معادن على شكل آثار منحلة في الماء
- أول خطوة في عملية التكرير هي إزالة هذه الملوثات من أجل تخفيض التآكل والانسداد و التوسخ للمعدات ومنع تسمم الوسائط في الوحدات الإنتاجية .

- معظم الطرق النموذجية المستخدمة لإزالة الأملاح من النفط الخام هي إما **كيميائية** أو **فصل كهربائي ساكن** وكلا الطريقتين تستخدم الماء الحار كعامل استخلاص
  - في **الطريقة الكيميائية** يضاف الماء والمادة الكيميائية (خافض التوتر السطحي) إلى الخام والذي يسخن لدرجة بحيث أن الأملاح والملوثات الأخرى تتحلل أو ترتبط بالماء ومن ثم ترسب ليتم التخلص منها .
  - إزالة الأملاح **بالطريقة الكهربائية** تتم عن طريق تطبيق شحنات كهربائية ساكنة ذات فرق كمون عالي وذلك لتجميع قطرات المياه المعلقة في أسفل خزان الترسيب . تضاف المواد الخافضة للتوتر السطحي فقط عندما يكون الخام حاويا" على كميات كبيرة من المواد الصلبة المعلقة .
  - إزالة الأملاح عن طريق فلتره الخام الساخن باستخدام التراب الدياتومي (وهي طريقة نادرة جدا" )
  - يسخن النفط الخام إلى درجة تتراوح ما بين ( ٦٥ - ١٨٠ م ) وذلك لخفض اللزوجة وقوة التوتر السطحي من اجل تسهيل مزج الماء وفصله . إن درجة الحرارة يحددها الضغط البخاري لقطعة التغذية
  - في كلا الطريقتين يمكن إضافة المواد الكيميائية الأخرى إذ غالبا" ما تستخدم الامونيا لتخفيض التآكل ويمكن إضافة الصودا أو الحمض لتعديل درجة الـ PH لماء الغسل .
- انظر الأشكال التالية :



## ١-٢ : كيف يعمل التقطير - How does distillation works

- يعرف التقطير : بأنه العملية التي يتم فيها فصل مزيج سائل أو بخار حاوي على مادتين أو أكثر إلى قطافته المكونة وبالنقاوة المطلوبة وذلك باستعمال التسخين و التبريد

يبين الشكل عملية التقطير

- تعتمد عملية التقطير على حقيقة أن بخار المزيج الغالي سيكون أغنى بالمركبات ذات درجات الغليان الاخفض
- وهكذا عندما يبرد و يتكاثف هذا البخار فان المتكاثف سيحتوي على أكثر من المركبات المتطايرة . في نفس الوقت سيكون المزيج الأساسي حاوي على أكثر من المركبات الأقل تطايرا"
- التقطير هي تقنية الفصل الشائعة والمنتشرة وهي تستهلك كميات هائلة من الطاقة لحالات التبريد والتسخين
- يمكن أن يساهم التقطير بأكثر من ٥٠% من تكاليف تشغيل الوحدة .

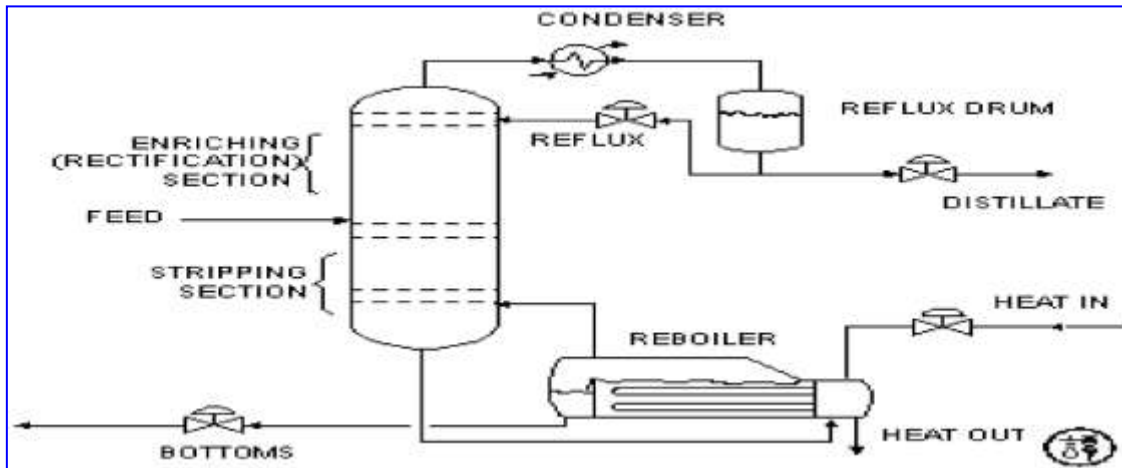
**تصنف أبراج التقطير حسب أسلوب عملها إلى :**

- ١- أبراج الدفعة الواحدة : حيث أن التغذية إلى البرج ترسل على شكل دفعة ويشحن البرج بهذه الدفعة ومن ثم تنجز عملية التقطير وتنتهي المهمة المطلوبة تدخل الدفعة الثانية إلى البرج .
- ٢- الأبراج التقطير ذات التغذية المستمرة : حيث تدخل التغذية بشكل مستمر بدون حدوث أية توقفات مالم يكن هناك مشكلة بالبرج أو بوحدات المعالجة المرتبطة . هذه الأبراج قادرة على معالجة طاقات إنتاجية عالية وهي الأكثر شيوعا"

**أبراج التقطير المستمر****تصنف حسب الآتي :**

- ١- طبيعة التغذية المطلوب معالجتها :
    - برج ثنائي : حيث أن التغذية مكونه من مركبين فقط
    - برج متعدد المكونات : حيث أن التغذية تحتوي على أكثر من مكونين
  - ٢- عدد تيارات المنتج الموجودة به :
    - برج متعدد المنتجات : البرج حاوي على أكثر من مأخذين للمنتجات .
  - ٣- حيث تخرج التغذية الزائدة عندما تستعمل للمساعدة في عملية الفصل :
    - تقطير بالانترع : حيث أن التغذية الزائدة تظهر في تيار منتج أسفل البرج
    - تقطير azeotropic : حيث أن التغذية الزائدة تظهر في منتج أعلى البرج
  - ٤- نوع تجهيزات البرج الداخلية :
    - برج الصينية : حيث تستخدم صواني ذات تصاميم مختلفة لجمع السائل وتأمين تلامس أفضل مابين البخار والسائل .
    - البرج المحشو : حيث تستخدم الحشوات لتحسين التلامس مابين البخار و السائل .
- المكونات الرئيسية لأبراج التقطير
- وعاء عمودي الشكل تتم فيه فصل مكونات السائل .
  - الأجزاء الداخلية للبرج مثل الصواني / الصفائح واو الحشوات والتي تستخدم لتحسين عمليات فصل المكونات .
  - غلاية : تستخدم لتأمين التبخير الضروري اللازم لعملية التقطير
  - مكثف : لتبريد وتكثيف البخار الخارج من أعلى البرج
  - وعاء الراجع (الرفلكس) : لجمع البخار المتكاثف والخارج من أعلى البرج ومن ثم إعادته إلى أعلى البرج للتحكم بدرجة الحرارة

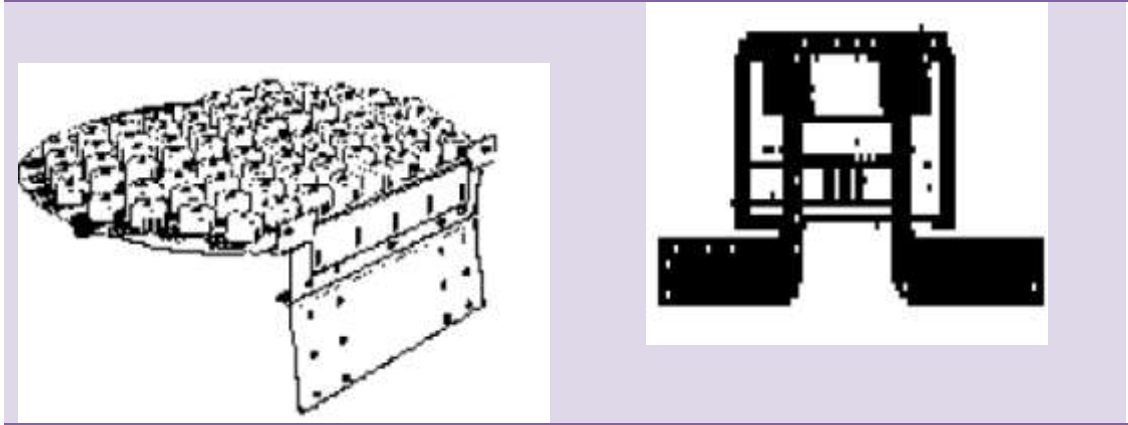
يبين الشكل مخطط برج التقطير



**الصواني والصفائح – Trays and plates****cap trays – الصواني الفنجانية**

حيث أن هناك مدخنة صغيرة جدا" مركبة فوق كل ثقب ويغطي هذه المدخنة فنجان والفنجان مركب بحيث أن هناك فراغ يسمح للبخار بالصعود عبر المدخنة وتغيير اتجاهه نحو الأسفل عن طريق الفنجان ويطرد بشكل نهائي من خلال شقوق في الفنجان والتفقع من خلال السائل على الصينية

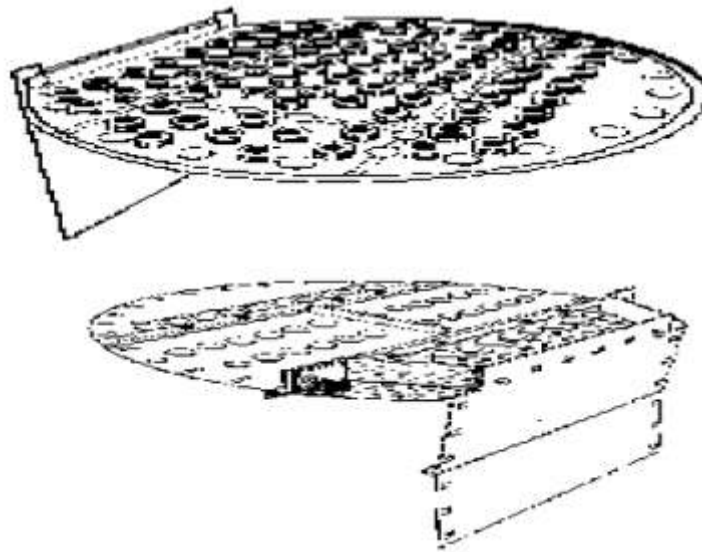
يبين الشكل الصينية الفنجانية

**Valve trays – الصواني الصمامية**

الثقوب مغطاة بكوؤس ترفع بواسطة البخار الذي يخلق منطقة تدفق ويوجه البخار أفقيا" إلى داخل السائل

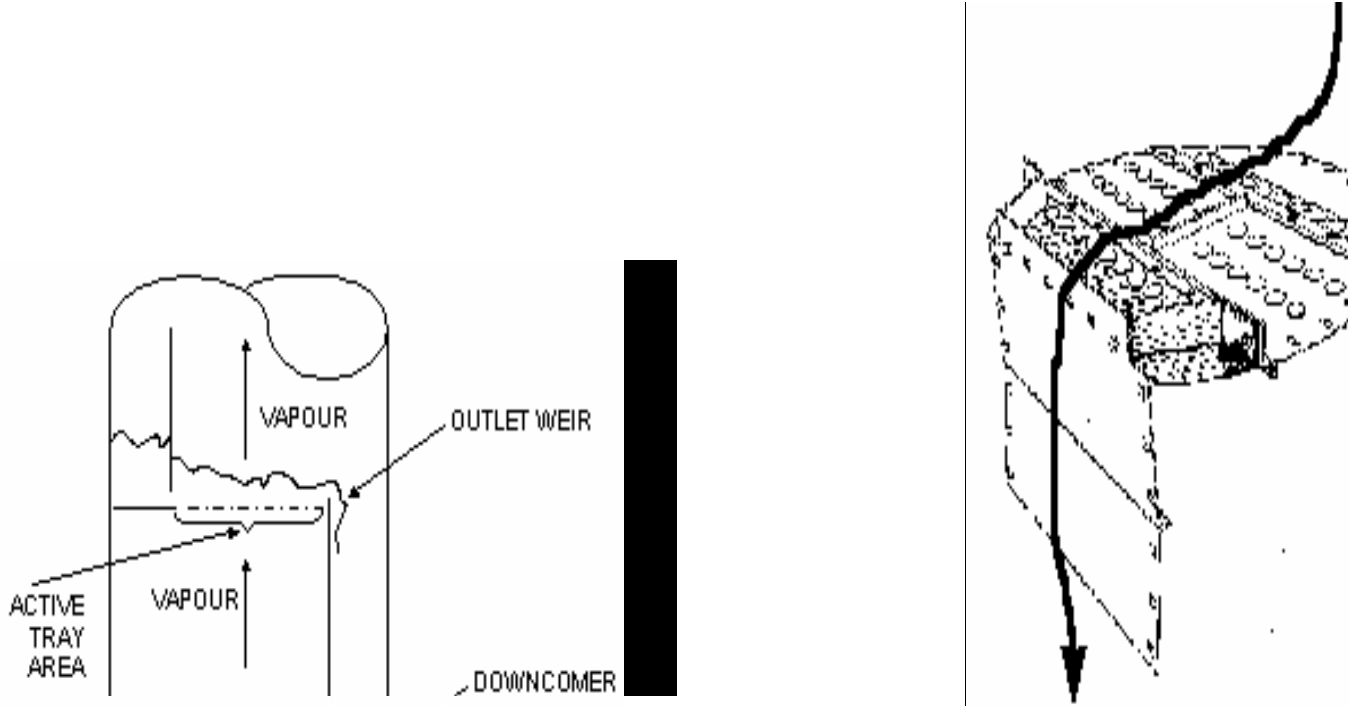
**Sieve trays – الصواني الغربالية**

وهي عبارة عن صفائح معدنية بسيطة متقبة حيث أن البخار يمر بشكل مستقيم عبر الثقوب نحو الأعلى ومن خلال السائل الموجود على الصفيحة أن ترتيب وعدد وحجم الثقوب هي بارامترات تصميمية .

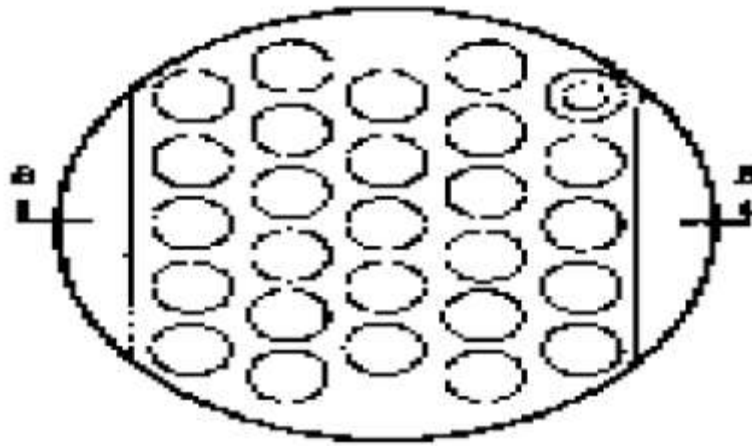
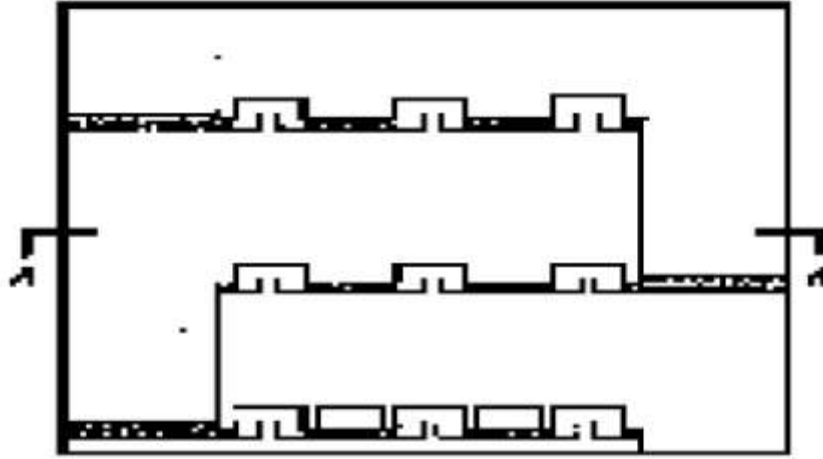




## تدفقات السائل والبخار في البرج ذو الصواني



- كل صينية لها قناتين نحو الأسفل (مزاريبين) واحدة على كل جانب يهبط السائل بتأثير الجاذبية عبر المزاريب من صينية إلى الصينية التي تقع تحتها مباشرة .
- الصينية مزودة بإطار بارتفاع مناسب يضمن وجود جزء من السائل على الصينية بشكل دائم .
- يتدفق البخار نحو الأعلى في البرج ويجبر للعبور عبر السائل عن طريق الفتحات الموجودة في كل صينية والمساحة المسموحة للعبور البخار في كل صينية تدعى مساحة الصينية الفعالة .



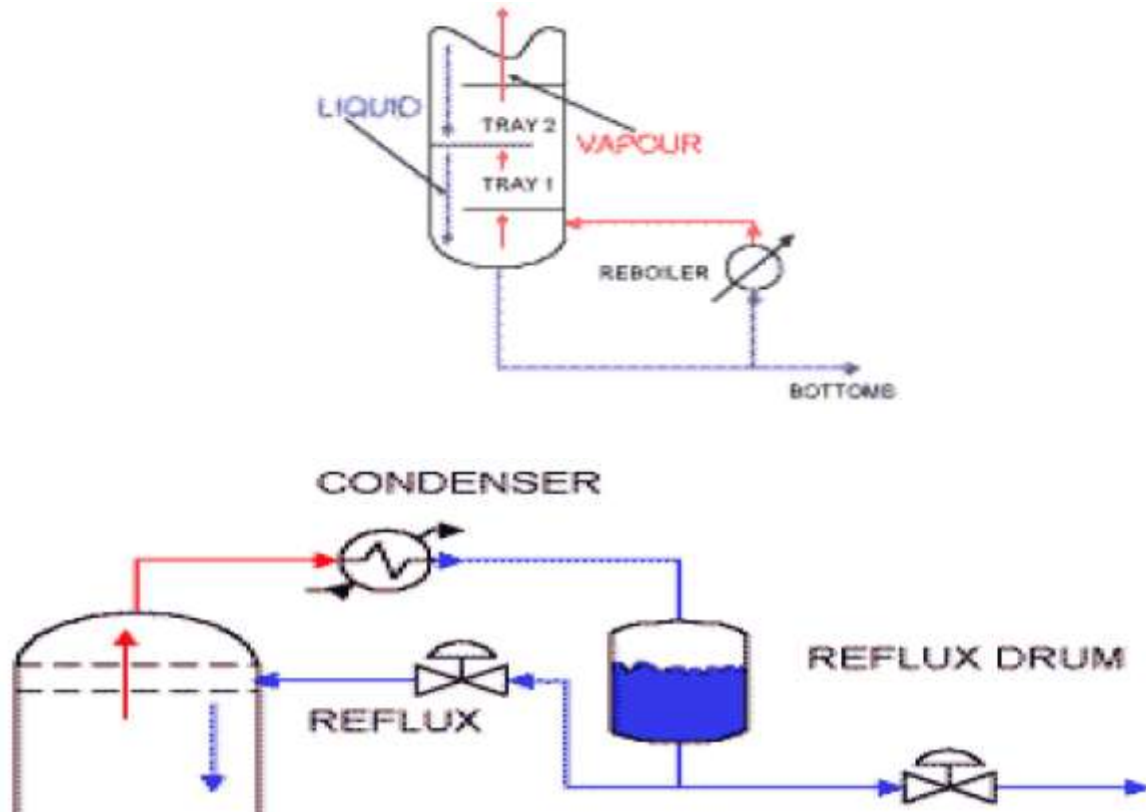
### الحشوات - Packings

- الحشوات هي أدوات غير فعالة (كيميائياً) مصممة لزيادة السطح البيني لتلامس البخار مع السائل .
- أنها لا تسبب هبوط ضغط زائد عبر الجزء المحشو والذي هو ذو أهمية لان هبوط الضغط المرتفع يعني طاقة أكثر مطلوبة لتوجيه البخار نحو الأعلى في برج التقطير .
- الأبراج المحشوة تدعى أبراج التلامس المباشر بينما الأبراج ذات الصواني تدعى الأبراج ذات التلامس المرحلي بسبب الأسلوب الذي يسلكه البخار والسائل المتلامسان . (انظر الشكل أدناه )



## التشغيل الأساسي – Basic operation

- تدخل التغذية في مكان قريب من منتصف البرج إلى صينية تدعى صينية التغذية
- تقسم صينية التغذية البرج إلى قسمين علوي ( لتكرير التقطير) وسفلية للزرع )
- تتدفق التغذية الى أسفل البرج حيث تتجمع في غلاية .
- يستخدم بخار الماء عادة لتسخين الغلاية من اجل توليد البخار من المادة المتجمعة في الغلاية .
- يعاد إدخال البخار الناتج عن الغلاية إلى أسفل برج .
- السائل المسحوب من الغلاية يدعى منتج أسفل البرج
- يتحرك البخار نحو الأعلى عبر البرج ويخرج من قمة البرج ومن ثم يتم تبريده في مكثف والسائل المكثف يخزن في وعاء يدعى وعاء الراجع (الرفلكس) . جزء من هذا السائل يتم إعادته إلى أعلى البرج ويدعى بالرفلكس . السائل المكثف و المأخوذ من الدارة يدعى بالمقطر أو المنتج العلوي .
- وهكذا هناك تدفقات داخلية للبخار والسائل داخل البرج إضافة إلى تدفقات خارجية للتغذيات وتيارات المنتج داخلة وخارجة البرج . (انظر الأشكال أدناه )

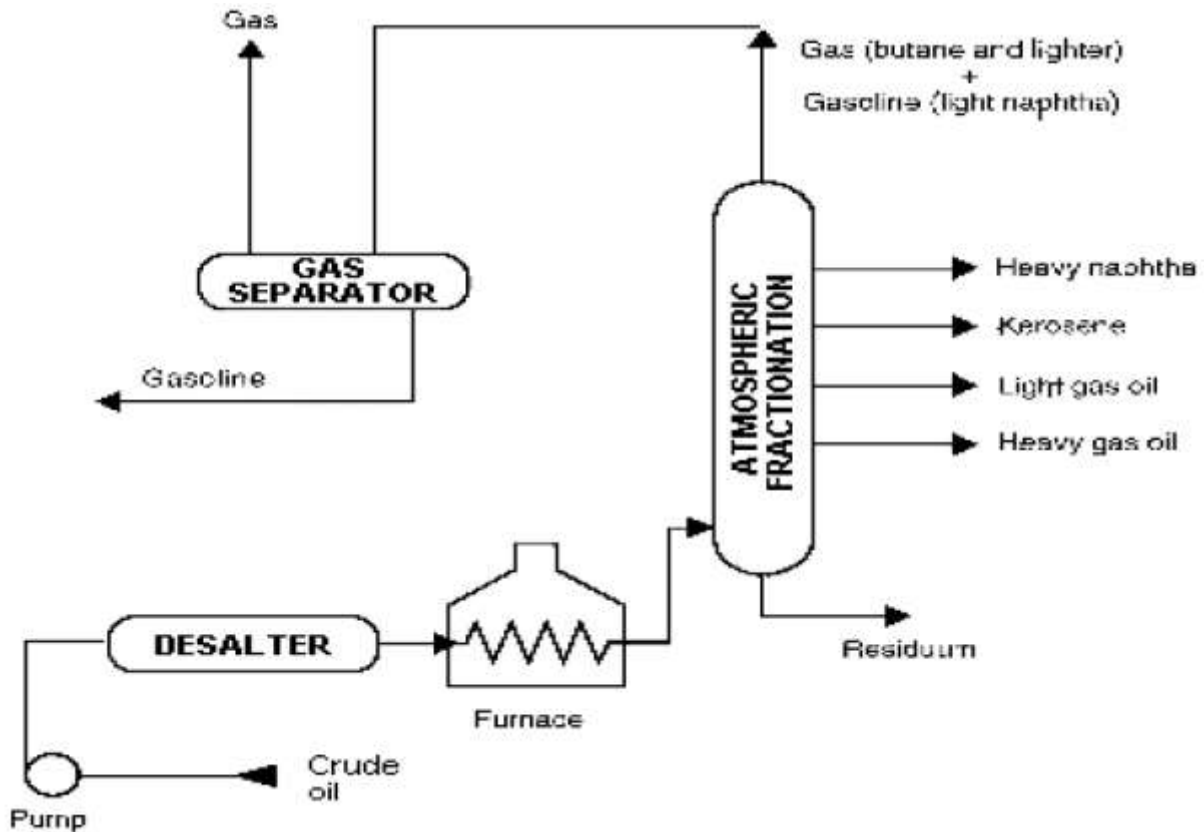


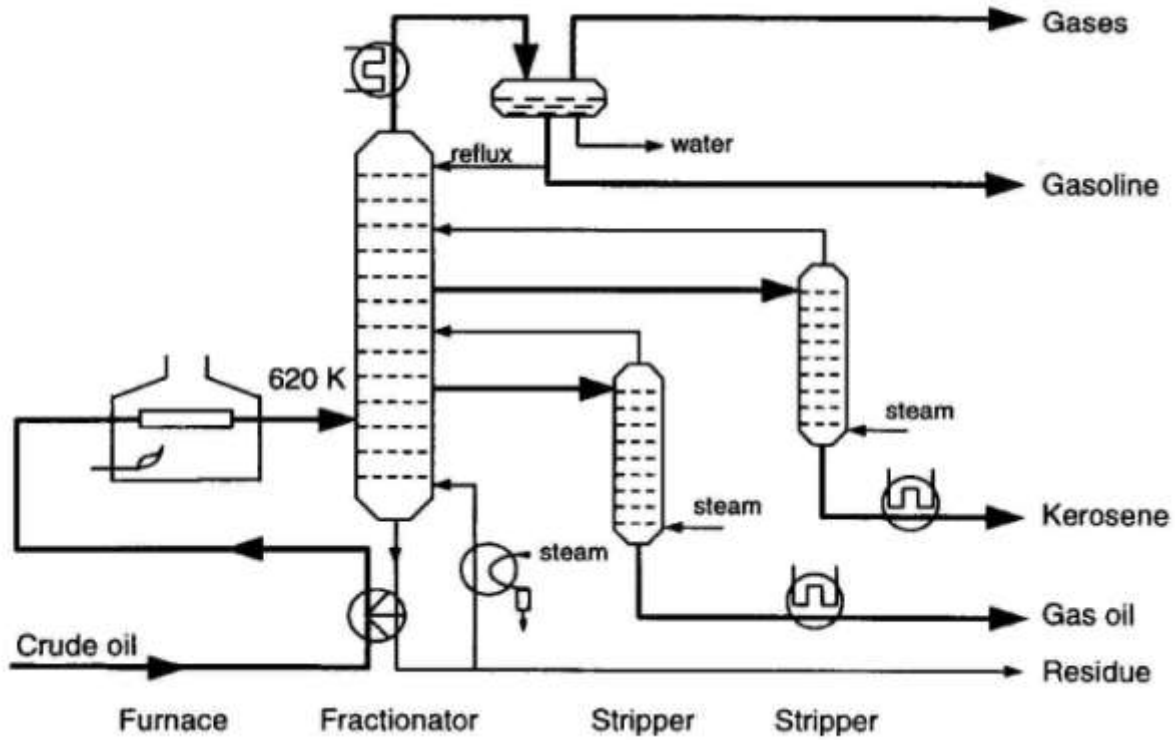
### تقطير الخام – Crude distillation

- في عملية التكرير يتم فصل النفط الخام إلى أجزاء مختلفة أو قطفات Straight-run بواسطة التقطير في أبراج ذات ضغط جوي أو ضغط فراغي (تخلطي) . تملك القطفات الرئيسية مجالات درجات غليان معينة ويمكن تصنيفها طبقاً لانخفاض تطايرها إلى : غازات ، مقطرات خفيفة ، مقطرات وسطية ، وقود الديزل المختلفة ومتبقي التقطير .

### التقطير الجوي – Atmospheric distillation

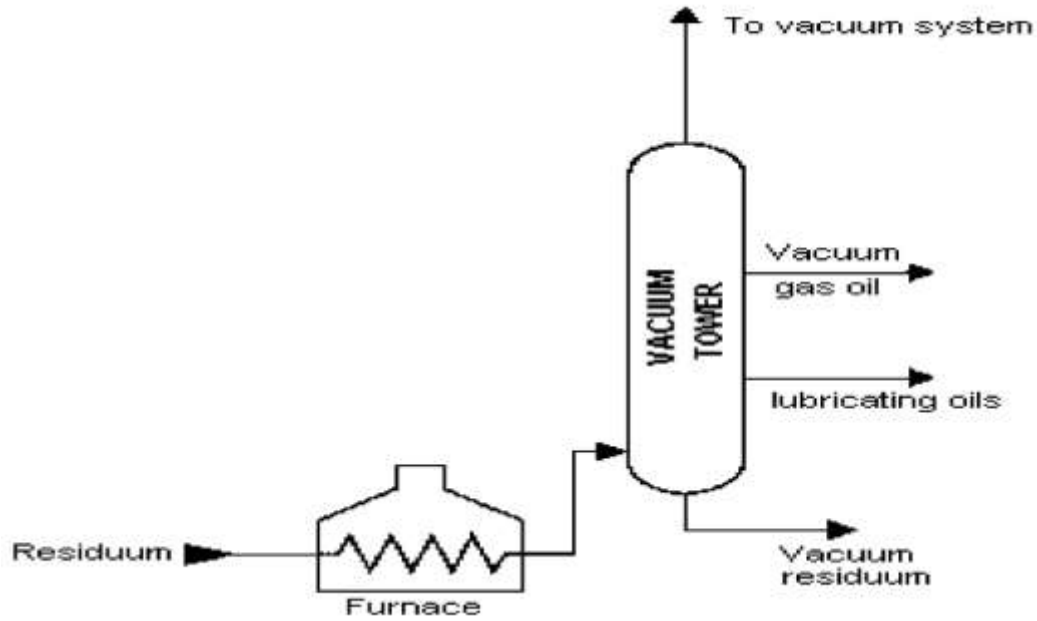
- تسخن قطعة التغذية المكونة من الخام المنزوع الأملاح بشكل مسبق بالاستفادة من عملية التبادل الحراري في المبادلات ومن ثم تدخل إلى الفرن ومنه إلى برج التقطير العمودي في نقطة فوق أسفل البرج تماماً" وعند ضغوط أعلى بقليل من الضغط الجوي ودرجات حرارة تتراوح ما بين ٣٤٠-٣٧٠ مئوية (عند درجات حرارة أعلى مما ذكر قد يحدث تكسير حراري غير مرغوب فيه ) تومض الكسور الأثقل تقريباً" إلى بخار .
- كلما ارتفع البخار الساخن في البرج تنخفض درجة حرارته ، يسحب الفيول أويل الثقيل أو متبقي التقطير من أسفل البرج ويتم سحب المنتجات الرئيسية عند نقاط متزايدة الارتفاع في البرج حيث تتضمن من الأسفل إلى الأعلى : زيت التزليق، المازوت بأنواعه ، الكيروسين، البنزين ، الغازات الغير متكاثفة (والتي تتكاثف عند درجات حرارة اخفض ) (انظر الأشكال أدناه )



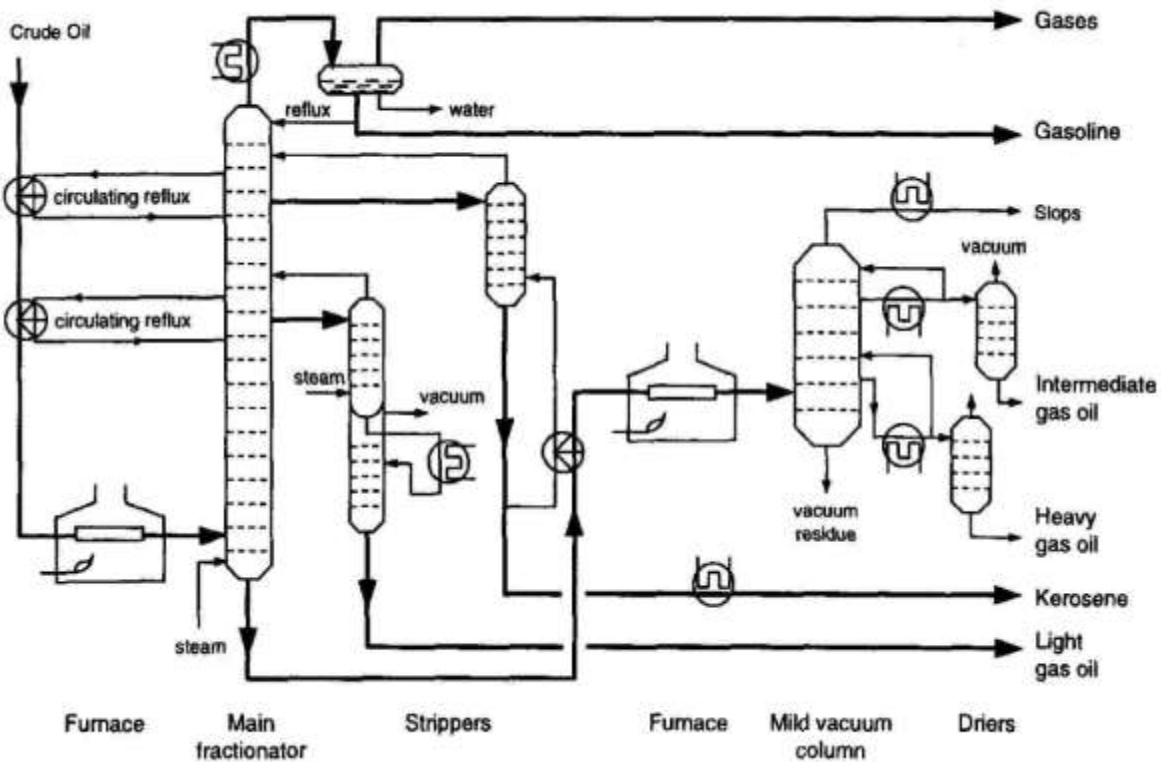


### التقطير الفراغي - Vacuum distillation

- يحدث التقطير الفراغي لمتبقي برج التقطير الجوي (الفيول أويل)
- تتم عملية التقطير الفراغي في واحد أو أكثر من أبراج التقطير الفراغي .
- مبادئ التقطير الفراغي تشبه تلك الموجودة في التقطير الجوي ماعدا انه يتم استخدام أبراج ذات أقطار اكبر وذلك للحفاظ على سرعات بخار متماثلة عند الضغوط المنخفضة ، إن التصاميم الداخلية لبعض أبراج التقطير الفراغي مختلفة عن أبراج التقطير الجوي حيث يستخدم الحشو العشوائي ووسائد الديمستر بدلا" عن الصواني .
- يمكن أن ينتج برج التقطير الفراغي ذو المرحلة الأولى النموذجي أنواع وقود المازوت وقطافات الأساس لزيوت التزليق والمتبقي الثقيل يستخدم في وحدات إزالة الإسفلت بالبر وبان .
- يعمل البرج ذو المرحلة الثانية عند ضغط تخفض ويمكن أن يقطر : المتبقي الناتج عن برج التقطير الجوي والذي لا يمكن استخدامه لإنتاج زيوت التزليق - الناتج عن برج التقطير الفراغي ذو المرحلة الأولى والذي لا يمكن استخدامه في وحدات إزالة الإسفلت .
- تستخدم أبراج التقطير الفراغي بشكل نموذجي لفصل قطعة التغذية اللازمة للتكسير الوسيط عن المتبقي الفائض . (انظر الشكل أدناه التقطير الفراغي)



يبين الشكل التالي عملية تقطير الخام الحديثة



### إزالة الإسفلتينات بالبروبان - Propane deasphalting

- يمكن تخفيض ميول الفيول اويل لتشكيل الفحم عن طريق إزالة المواد الاسفلتينية منه باستخدام محاليل استخلاص
- يعتبر البروبان السائل محلول جيد للاستخدام في هذه العملية (كذلك فان البوتان والبنتان شائعا الاستخدام كمحاليل استخلاص)
- تعتمد عملية إزالة الإسفلت على قابلية الانحلال للمواد الهيدروكربونية في البروبان وبمعنى آخر على نوع الجزيء
- يغذي متبقي التقطير الفراغي إلى برج نزع الإسفلت ذو التيار المعاكس . تنحل الالكانات في البروبان بينما المواد الاسفلتينية ( المركبات العطرية) والمواد التي ستشكل الفحم لا تنحل
- يرسل الإسفلت للمعالجة الحرارية

يبين الشكل مخطط وحدة إزالة الإسفلت بالبروبان

