دارسة الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم

المشاكل والحلول

إعداد الطلاب :

أيمن عـباس جــبارة محــمد

محمد عبد الماجد قسم الله عبد الماجد

مهند إبراهيم عبد الجليل محمود

بحث تكميلي لنيل درجة بكالريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يونيو 2018م

دارسة الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم

المشاكل والحلول

إعداد الطلاب :

أيمن عـباس جــبارة محــمد 142503

محمد عبد الماجد قسم الله عبد الماجد 1525014

مهند إبراهيم عبد الجليل محمود 1525016

بحث تكميلي لنيل درجة بكالريوس الشرف في الهندسة الميكانيكية

قسم الهندسة الميكانيكية

كلية الهندسة والتقنية

جامعة وادي النيل

يونيو 2018م

الآيـــــة

أعوذ بالله من الشيطن الرجيم

قال تعالي : ﴿ آمَنَ الرَّسُولُ بِمَا أُنزِلَ إِلَيْهِ مِن رَّبِّهِ وَالْمُؤْمِنُونَ كُلٌّ آمَنَ بِاللّهِ وَمَلآئِكَتِهِ وَكُتُبِهِ وَرُسُلِهِ لاَ نُفَرِّقُ بَيْنَ أَحَدٍ مِّن رُّسُلِهِ وَقَالُواْ سَمِعْنَا وَأَطَعْنَا غُفْرَانَكَ رَبَّنَا وَإِلَيْكَ الْمَصِيرُ {285} لاَ يُكَلِّفُ اللّهُ نَفْساً إِلاَّ وُسْعَهَا لَهَا مَا كَسَبَتْ وَعَلَيْهَا مَا اكْتَسَبَتْ رَبَّنَا لاَ تُؤَاخِذْنَا إِن نَّسِينَا أَوْ أَخْطَأْنَا رَبَّنَا وَلاَ تَحْمِلْ عَلَيْنَا إِصْراً كَمَا حَمَلْتَهُ عَلَى الَّذِينَ مِن قَبْلِنَا رَبَّنَا وَلاَ تُحَمِّلْنَا مَا لاَ طَاقَةَ لَنَا بِهِ وَاعْفُ عَنَّا وَاغْفِرْ لَنَا وَارْحَمْنَا أَنتَ مَوْلاَنَا فَانصُرْنَا عَلَى الْقَوْمِ الْكَافِرِينَ {286} ﴾

صدق الله العظيم

سورة البقرة الآية (285-286)

الأهـــداء

إلي منارة العلم والامام المصطفي الي الامي الذي علم المتعلمين

إلي سيد الخلق اجمعين

(النبي محمد صلي الله عليه وسلم)

إلي من كانت العظمة تحت قدميها ،

إلي القلب الذي تلجأ إليه كلما أثقلتنا الهموم

(الأم)

إلي من جاء بنا إلي أعتاب الزمن وقيثارة الحياه

(الأب)

إلي من علمونا كيف يكون النهل من ينابيع المعارف

إلي كل من وضع لبنة في صرح علمنا المتواضع

(أساتذتنا الاجلاء)

إلي الذين هم بمثابة شمس يومنا وضحاها

إلي النجوم التي تضئ طريقنا

(اخواننا واخواتنا)

إلي رفقاء الدرب ومن تشتاق إليهم قلوبنا

(الزملاء والأصدقاء)

إلي كل باحث علم بناء وطن جميل يسع الجميع

الشكر والعرفان

قال تعالي : (وأذا تأذن ربكم لئن شكرتم لازيدنكم ولئن كفرتم
إن عذابي شديد) صدق الله العظيم
الحمد لله الذي وفقني لإكمال هذا البحث والصلا ة
والسلام علي رسول الله الكريم
وبعد
اتقدم بجزيل شكري وتقديري لكل من أسهم في إخراج
هذا البحث وعلي رأسهم المربي الفاضل الأستاذ :

الدكتور / أسامة محمد المرضى

الذي أضاء شموع هذه الدراسة بحسن توجيهاته وفضل متابعته حتي
أستقام البحث وأستوي علي سوقه اسال الله له الصحة والعافية لتقدم
الكثير المفيد وإننا فخورين بأن يكون مشرف علي هذا البحث
كما نخص بالشكر :

أساتذة / قسم الهندسة الميكانيكية

الي ينابيع العلم والمعرفة والبذل والعطاء
وخالص الشكر :

إلي أسرة مكتبة /كلية الهندسة والتقنية

ثم شكرا لاتنقصه جزالة ولايبحث عن تصنيف أخص به:
أسرتنا الكريمة
لما قدموه لي من عون وتشجيع

فهرس المحتويات

الرقم	المحتوى	رقم الصفحة
	الآية	i
	الإهداء	ii
	الشكر والعرفان	iii
	فهرس المحتويات	iv
	فهرس الأشكال	vi
	فهرس الجداول	vii
	الملخص	viii
الباب الأول : المقدمة		
1.1	تعريف	2
1.2	أنواع الضواغط	2
1.3	استخدامات الضواغط	
الباب الثاني : الوحدات التي تستخدم فيها الضواغط		
2.1	وحدة (RFCC)	
2.2	وحدة (DHU)	
2.3	وحدة (GTU)	
2.4	وحدة (ASU)	
الباب الثالث : عمليات تكرير النفط		
3.1	عملية إزالة الأملاح	
3.2	عملية تقطير النفط الخام	
3.3	التكسير الحراري	
3.4	التهذيب بالعامل الحفاز	
3.5	تكسير الخام المتبقي بالعامل الحفاز	

3.6	أهم الوحدات في مصفاة الخرطوم	
3.7	استدام الضواغط في عمليات تكرير البترول	
3.8	الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم	
3.8.1	الضواغط الترددية	
3.8.2	الضواغط الطاردة المركزية	
3.8.3	الضواغط ذات السريان المحوري	
الباب الرابع : المشاكل التي تعوق عمل الضواغط في مصفاة الخرطوم والحلول المناسبة		
4.1	مشاكل دورة التزييت	
4.2	مشاكل دورة التبريد	
4.3	مشاكل محرك الضاغط (الموتور)	
4.4	مشاكل الصمامات ، المكابس والأسطوانات	
4.5	مشاكل المحامل	
الباب الخامس : الخاتمة والتوصيات		
5.1	الخاتمة	
5.2	التوصيات	
	المراجع	

فهرس الأشكال

رقم الشكل	المحتوى	رقم الصفحة
3.1	يوضح برج التجزئة (برج التقطير)	
3.2	يوضح عملية التقطير الفراغي	
3.3	يوضح عملية التكسير بالعامل الحفاز	
3.4	يوضح تسلسل وحدة معالجة الديزل	
3.5	يوضح عملية معالجة البنزين	
3.6	يوضح الأجزاء الرئيسية للضاغط الترددي	
3.7	يوضح الضواغط أحادية وتناثية التأثير	
3.8	يوضح ضاغط ترددي أحادي المرحلة	
3.9	يوضح ضاغط تردد ثنائي المرحلة	
3.10	يوضح دورة الضاغط الترددي	
3.11	يوضح الأجزاء الرئيسية للضاغط الترددي المركزي	
3.12	يوضح دورة الضاغط الطارد المركزي	
3.13	يوضح ضاغط منفصل الغلاف الخارجي أفقياً	
3.14	يوضح ضاغط منفصل الغلاف الخارجي رأسياً	
3.15	يوضح تأثير الإنزلاق على مخطط السرعات عند المخرج	
3.16	يوضح تغير درجة رد الفعل مع زاوية الريش عند المخرج	
3.17	يوضح تغير سمت الضغط (H) مع معامل السريان الكتلي (m) للأنواع الثلاثة	
3.18	يوضح شكل ضاغط السريان المحوري	

فهرس الجداول

رقم الجدول	المحتوى	رقم الصفحة
2.1	يوضح معلومات عن الضاغط المحوري	
2.2	يوضح معلومات عن الضاغط الطارد المركزي	
2.3	يوضح معلومات الضاغط الترددي ذو الثلاث مراحل	
2.4	يوضح معلومات عن الضاغط المركزي ذو ثلاث مراحل	

الملخص

تمثل الضواغط عنصراً مهماً في كثير من التطبيقات الصناعية ولكنها لم تنل حظاً وافراً من الدراسة فكان هدف هذا البحث دراسة استخدامها في مصافي تكرير البترول وقد اخترنا استخدامها في هذا المجال لاعتماد معظم عمليات تكرير النفط الخام عليها.

وجُد من خلال هذه الدراسة أنَّ مشاكل الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم تنحصر في عدم مطابقة الزيوت المستخدمة للمواصفات ووجود الشوائب والأوساخ. كما تنحصر مشاكل دورة التبريد في استخدام ماء به شوائب مثل الطين، حبيبات الرمل، الأملاح والرواسب الجيرية. هنالك مشاكل في المحامل نتيجة للامحاذاة في الأعمدة.

في الباب الأول المقدمة، في الباب الثاني الوحدات التي تستخدم فيها الضواغط.

الباب الثالث عمليات تكرير النفط، الباب الرابع المشاكل التي تعوق عمل الضواغط في مصفاة الخرطوم والحلول المناسبة، أما الباب الخامس الخاتمة والتوصيات والمراجع.

الباب الأول

المقدمة

الباب الأول

المقدمة

1.1 تعريف:

الضواغط (compressors) هي آلات تستخدم لزيادة ضغط الموائع القابلة للإنضغاط (Compressible Fluids) هذه الموائع إما غازات أو أبخره ، وتختلف عن المراوح (Fans) بأنها تقوم بزيادة الوزن النوعي للغازات أو الأبخرة بأكثر من 7%.

1.2 أنواع الضواغط:

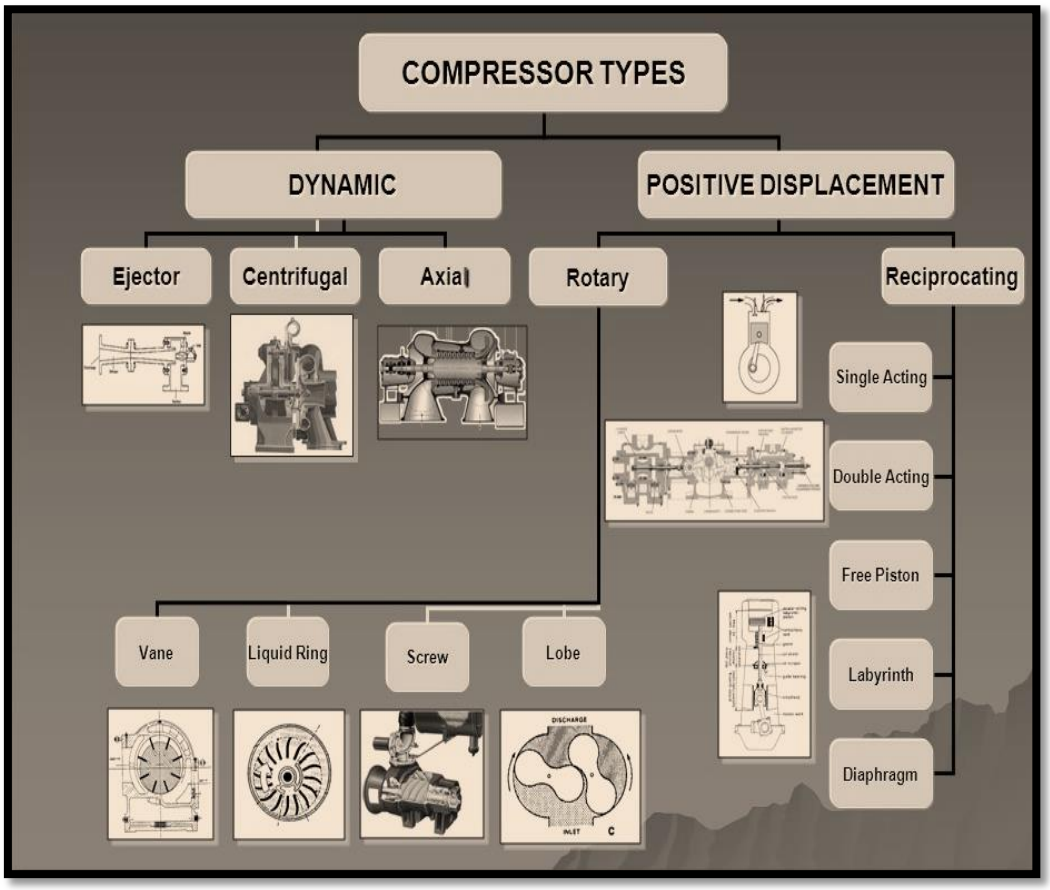
يمكن تقسيم الضواغط من حيث طريقة عملها إلى:

- ضواغط الإزاحة الموجبة (Positive Displacement Compressors):

وتسمى أيضاً بضواغط السريان المتقطع ، وهي تلك الوحدات التي تنحصر فيها حجوماً متعاقبة من الغاز أو البخار ضمن حيز مغلق ويرتفع ضغطها إلي قيمة أعلى ، ويعتمد مبدأ عمل هذه الضواغط على زيادة الضغط نتيجةً لنقصان حجم معين من الغاز أو البخار وأهم هذه الضواغط هي الضواغط الترددية والضواغط الدوارة (Rotary).

- الضواغط الحركية (Dynamic Compressors):

وتسمى أيضاً بضواغط الجريان المستمر ، وهي تلك الضواغط التي يقوم فيها عنصر سريع الدوران (الجزء الدوار) بتعجيل حركة الغاز عند مروره من خلاله محولاً فعل السرعة إلى ضغط ، وتتم عملية التحويل في ناشرات أو مجموعة أخرى من الشفرات الثابتة وهناك عدة أنواع لهذه الضواغط أهمها الضواغط الطاردة المركزية والضواغط المحورية.



شكل (1.1) يوضح أنواع الضواغط

كما يمكن تقسيم الضواغط من حيث طريقة حركة الجزء المتحرك إلى:

- ضواغط خطية الحركة مثل الضواغط الترددية.
- ضواغط دورانية الحركة مثل الضواغط الطاردة المركزية.

وأيضاً تصنف الضواغط على حسب نوع المائع المراد إنضغاطه إلى:

- ضواغط هوائية.
- ضواغط غازية.

1.3 إستخدامات الضواغط:

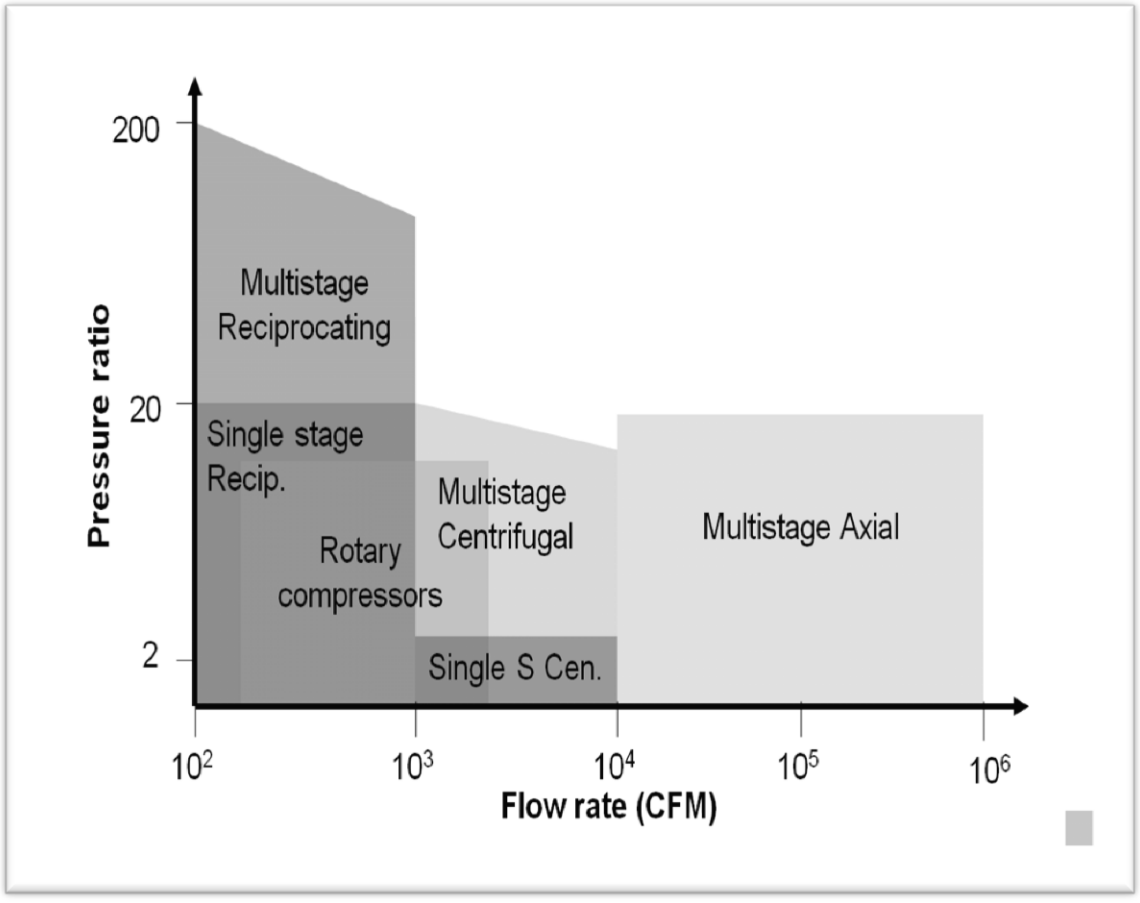
تستخدم الضواغط في مجالات متعددة أهمها:

- مجال التبريد والتكييف.

- الصناعات الكيميائية والبتروكيميائية.
- المساعدة في نقل الموائع وتخزينها.
- عناصر التحكم بالهواء خصوصاً مع صمامات التحكم الضخمة.
- محطات القدرة الحرارية.
- معامل تكرير البترول أو المصافي (Refineries).

ونحن بصدد دراسة إستخدامها في مصافي تكرير البترول وقد اخترنا مصفاة الخرطوم لإجراء هذه الدراسة وذلك لسهولة الوصول إليها وتوفر المعلومات المطلوبة فيها.

بصورة عامة كل نوع من أنواع الضواغط له مدى إنضغاط ومعدل سريان محدد كما هو موضح في المخطط التالي.



شكل (1.2) يوضح مقارنة بين نسبة الإنضغاط ومعدل السريان للضواغط

1.4 أهداف البحث:

يهدف هذا البحث لدراسة الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم من وجهات نظر عديدة من أهمها المشاكل المرتبطة بدورة التزييت ودورة التبريد والمشاكل المتعلقة بمحرك الضاغط ومشاكل الصمامات والمكابس والأسطوانات بالإضافات لمشاكل المحامل واللامحازاة.

الباب الثاني

الوحدات التي تستخدم فيها الضواغط

الباب الثاني

الوحدات التي تستخدم فيها الضواغط

2.1 وحدة (RFCC):

يُستخدم فيها نوعان من الضواغط وهما:

1- ضاغط محوري: وهو يستخدم لإمداد برج إعادة التنشيط (Regenerator) بالهواء اللازم لإكمال عملية حرق الكربون الملتصق بالعامل الحفاز (Catalytic) ، وتم إستخدام هذا النوع من الضواغط لأن هذه العملية تحتاج إلى معدل إنسياب عالي من الهواء قد يصل إلى 2004m³/min (7E5CFM) ومن المخطط (1.2) نجد أن الضاغط المحوري هو المناسب لهذه العملية.

جدول (2.1) يوضح معلومات عن ضاغط انسياب محوري

نوع الضاغط	ضاغط ذو إنسياب محوري
عدد المراحل	14 مرحلة
ضغط الدخول	-1.06 kPa
درجة الحرارة عند المدخل	26°C
ضغط الخروج	0.289 MPa
درجة الحرارة عند المخرج	205.1°C
معدل السريان	2004m³/min
سرعة الدوران	5863 rpm
محرك التشغيل	توربين بخاري

2- ضاغط طارد مركزي: يوجد في وحدة (RFCC) برجي إعادة تنشيط وذلك لتنقية العامل المساعد (الحفاز) تماماً من الكربون ، يستخدم هذا الضاغط لدفع العامل المساعد من البرج الاول إلى الثاني بواسطة الهواء الذي يتم سحبه من مخرج الضاغط المحوري ، كمية الهواء المطلوبة لهذه العملية حوالي 2.5E4CFM ولا تحتاج إلى ضغط عالي ولذلك تم إختيار هذا النوع من الضواغط بمرحلة واحدة .

جدول (2.2) يوضح معلومات عن ضاغط طارد مركزي

نوع الضاغط	ضاغط طارد مركزي
عدد المراحل	مرحلة واحدة
ضغط الدخول	0.273 MPa
درجة الحرارة عند المدخل	201°C
ضغط الخروج	0.406 MPa
درجة الحرارة عند المخرج	255°C
معدل السريان	703 m^3/min
سرعة الدوران	4798rpm
نوع المحرك المستخدم	موتور كهربائي (1MW)

2.2 وحدة (DHU):

كما ذكر سابقاً فإن هذه الوحدة تحتاج إلى هيدروجين بضغط عالي نسبياً يصل إلى 7.4MPa ومعدل سريان حوالي 1500 m^3/h (0.883E3CFM) لذلك تم إستخدام ضاغط ترددي ذي ثلاث مراحل ، كما يستخدم ضاغط ترددي ذو مرحلة واحدة لرفع ضغط الهيدروجين الذي يتم فصله بجهاز الفصل (Separator) من 6.7MPa إلى 7.4 MPa لإعادة إستخدامه مرة أخرى.

جدول (2.3) يوضح معلومات الضاغط الترددي ذو الثلاث مراحل

نوع الضاغط	ضاغط ترددي
عدد المراحل	ثلاث مراحل
ضغط الدخول	0.35 MPa
ضغط الخروج	7.4 MPa
طول الشوط	200 mm
أقطار الأسطونات	310 , 190 , 135 mm
نوع المحرك المستخدم	موتور كهربائي (965 KW)

2.3 وحدة (GTU):

هذه الوحدة تحتاج إلى كمية قليلة من الهيدروجين عند ضغط منخفض لذلك تم إستخدام ضواغط ترددية (أربعة ضواغط) أحادية المرحلة ، الضاغط الأول يعمل على ضغط الهيدروجين من (1.2 – 2.2 MPa) وإضافته للنفثا (Naphtha) قبل دخولها إلى الفرن (Furnace) ، الضاغط الثاني يعمل على ضغط الهيدروجين من (1.2 – 1.6MPa) وإضافته للنفثا الساخنة قبل دخولها للمفاعلين (Reactors) الأول والثاني ، الضاغط الثالث يعمل على ضغط الهيدروجين من (1.2 – 1.5 MPa) وذلك لتكملة النقص في الهيدروجين بعد المفاعلين والضاغط الرابع يستخدم لإعادة تدوير الهيدروجين الذي يتم فصله في جهاز الفصل .

2.4 وحدة (ASU):

هذه الوحدة تحتاج إلى هواء عند ضغط يتراوح بين (9 – 11 bar) بمعدل سريان حوالي m^3/h 7399 (4E3 CFM) ولذلك يستخدم في هذه الوحدة ضاغط طارد مركزي ذو ثلاث مراحل.

جدول 2.4 يوضح معلومات عن ضاغط مركزي ذو ثلاث مراحل

نوع الضاغط	**ضاغط طارد مركزي**
عدد المراحل	ثلاث مراحل
ضغط الدخول	0.94 bar
ضغط الخروج	9 – 11 bar
معدل السريان	7399 m^3/h
درجة الحرارة عند المدخل	25 – 40 °C
درجة الحرارة عند المخرج	122 °C
نوع المحرك	موتور كهربائي

ملحوظة:

في كل الوحدات أعلاه يوجد ضاغط في وضع الإستعداد (Stand by) لكل ضاغط مستخدم.

الباب الثالث

عمليات تكرير النفط

الباب الثالث

عمليات تكرير النفط الخام

عمليات التكرير هي العمليات الضرورية التي يمكن بها معالجة النفط الخام وإستخلاص المركبات العديدة المرغوب فيها منه وتحويلها إلي منتجات صالحة للإستعمال ، إذ ليس من الممكن إستعمال زيت البترول الخام بالصورة التي يوجد بها في باطن الارض.

والمقصود بالتكرير هو تكسير النفط الخام إلي مكوناته وجزيئاته الأصلية المكونة من الهيدروجين والكربون ، وإعادة ترتيبها لتكَون مجموعات تختلف عن الموجودة في النفط الخام ، أي تصنيعها إلى منتجات نهائية صالحة للإستخدام . ويختلف تأثير التسخين على الأجزاء المتعددة للهيدروكربونات ، فبعضها إذا فصل عن الزيت الخام يصير غازياً وبعضها يصبح سائلاً والبعض الآخر صلباً ، ولكل منها درجة غليان مختلفة ويتم الإستفادة من هذه الخاصية في عمليات التكرير.

هنالك العديد من عمليات التكرير التي صممت من قبل شركات النفط ودور الخبرة النفطية وسنورد أدناه أكثر عمليات التكرير إستخداماً وهي:

3.1 عملية إزالة الأملاح (Desalting Process):

وتهدف هذه العملية إلى:

- الحد من التآكل والتلوث.
- منع تعطيل فعالية العوامل الحفازة في عمليات التكرير اللاحقة.
- بالإضافة إلى إزالة المواد العالقة كذرات الرمل أو الطين الدقيقة.

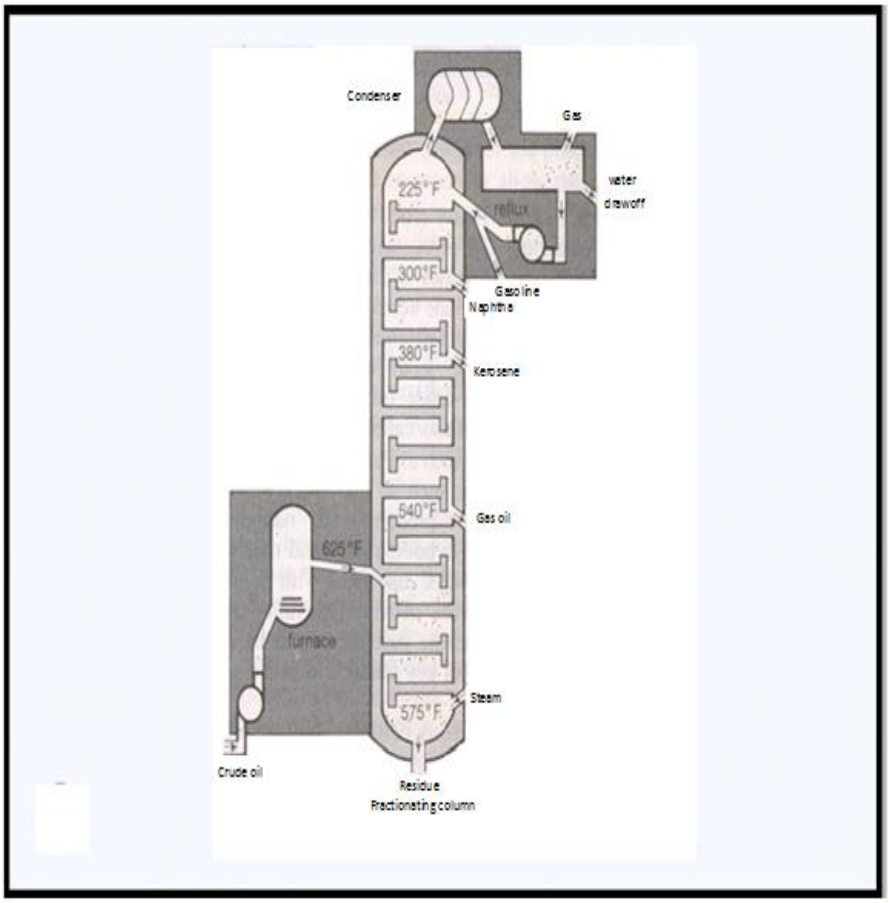
3.2 عملية تقطير النفط الخام (Crude Distillation Process):

وهي تشمل عمليتي التقطير الجوي والفراغي.

1- عملية التقطير الجوي (Atmospheric Distillation):

وهي العملية التي يحدث فيها الفصل الأولي للمشتقات النفطية وتحتاج إلى المكونات التالية:

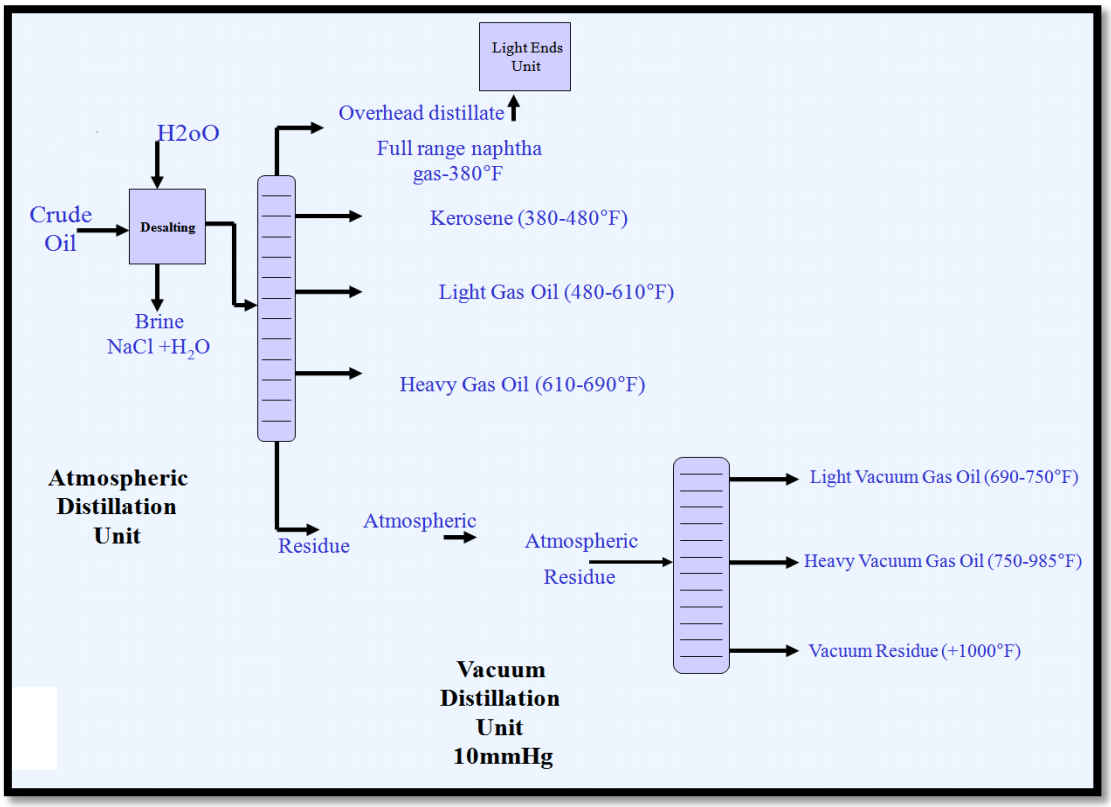
- فرن ذو أنابيب من الصلب المسبك (Alloy Steel) ، يسخن النفط الخام بداخلها إلى درجة حرارة حوالي 330°C وبعد ذلك يتم إدخاله إلى برج التقطير.
- برج تقطير: وهو برج بإرتفاع وقطر يتناسب مع سعة الوحدة (الإرتفاع قد يصل إلى 50 متر) ، مجهز بعدد من الصواني مثبتة على مسافات متساوية ويتراوح عددها مابين 30 إلى 40 صينية وتتم تغذيته ببخار النفط الخام القادم من الأفران كما يحقن البخار أسفل برج التقطير ليساعد على تبخير الجزء المتكثف من النفط الخام . يصعد الجزء المتبخر من النفط الخام إلى أعلى ويبدأ بالتكثف على مراحل ، أول المنتجات المتكثفة أثقلها وهو الجازاويل (Gas oil) ثم الكيروسين ثم النفثا الثقيلة بينما يتبقى جزء في شكل بخار ينفذ من أعلى البرج ليعالج في وحدة لاحقة يتم فيها تبريد البخار لتتكثف منه النفثا الخفيفة ثم يؤخذ الغاز المتبقي لتتم معالجته لفصل البروبان والبيوتان منه اللذين يشكلان الغازالمسيل (LPG) ، جزء من المادة المتكثفة أعلى البرج (Reflux) يعاد ضخه إلى أسفل ليسيح عبر الصواني بتماس مع الأبخرة الصاعدة ممتصاً المكونات الثقيلة في الأبخرة وفاقداً مركباته الخفيفة لذا فإن عملية التكثيف وإعادة التبخير تحدث في كل صينية. البخار القادم من الأفران يتكثف جزء منه قبل وصوله إلى برج التقطير وعند مدخل البرج يسيح الجزء المتكثف إلى الأسفل عبر صواني أخرى تدعى بصواني النزع (Stripping Trays) التي تساعد على تحرير أي مكونات خفيفة لتصعد إلى أعلى ويبقى الراسب الثقيل الذي يجتمع في قاع البرج ويسمى بالراسب الجوي (Atmospheric Residue) لتتم معالجته في وحدة أخرى.



شكل (3.1) يوضح برج التجزئة (برج التقطير).

2- التقطير الفراغي (Vacuum Distillation):

عملية تجزئة الراسب الجوي (AtmosphericResidue) تحتاج إلى حرارة عالية ولكن ضمن حد مسموح به لمنع تكون الفحم (Coke) في فرن التسخين ، حيث يجب أن لا تتجاوز درجة الحرارة 400°C ، لذلك يتم ضخ الراسب الجوي إلى برج يفرغ بواسطة طاردات بخارية (Ejectors) للحصول على ضغط أقل من الضغط الجوي (حولي 10 ملم زئبقي) لتتم تجزئة الراسب بنفس طريقة التجزئة في برج التقطير الجوي . المشتقات المنتجة من هذه الوحدة هي زيت الغاز الخفيف الفراغي (Light VGO) ، زيت الغاز الثقيل الفراغي (Heavy VGO) والراسب الثقيل .



شكل (3.2) يوضح عملية التقطير الفراغي

3.3 التكسير الحراري (Thermal Cracking):

الهدف من هذه العملية تكسير الجزيئات الهيدروكربونية الثقيلة للحصول على مشتقات خفيفة . في المصافي القديمة أستخدمت عملية التكسير الحراري لتكسير جزيئات الكيروسين والجازاويل (GasOil) بتسخينها إلي درجة حرارة تتراوح ما بين (450–700°C) وتحت ضغط يتراوح بين 18 – 35 بار للحصول على الجازولين . هذه الطريقة غير مستخدمة في المصافي الحديثة إذ طورت ليكون التكسير بالهيدروجين والعوامل الحفازة.

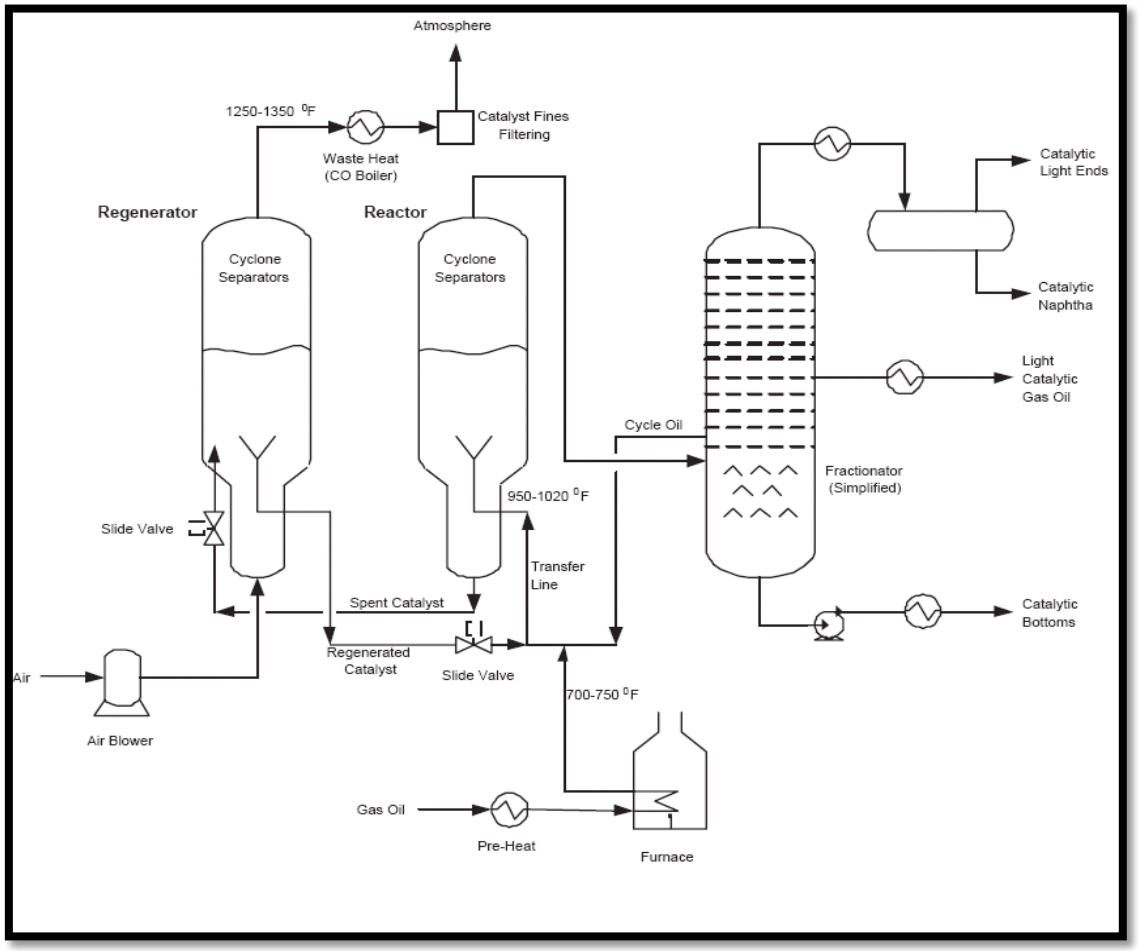
3.4 التهذيب بالعامل الحفاز (Catalytic Reforming):

الهدف من هذه العملية هو معالجة وتحسين النفثا (Naphtha) للحصول على جازولين ذو رقم أوكتاني عالي وكذلك لإنتاج مركبات أروماتية . تتم هذه العملية عند ضغط حوالي 20 بار ودرجة حرارة حوالي 500 درجة مئوية وبإستخدام عامل حفاز من البلاتين المرسب على الأمونيا.

3.5 تكسير الخام المتبقي بالعامل الحفاز:

Residue Fluid Catalytic Cracking

تهدف هذه العملية إلى تكسير مادة التغذية التي تتراوح بين النفثا والراسب الثقيل ذو المحتوى العالي من الأسفلتين والشموع للحصول على منتجات خفيفة ومتوسطة ، حيث تتم عملية تكسير الجزيئات الثقيلة خلال مدة تماس قصيرة مع العامل الحفاز ويتم تبخير الخام المتبقي (Residue) ضمن مدى حراري محدد يعتمد على نوع الكمية المطلوبة وينفث من خلال صمام حقن ذو تصميم خاص ، بعد التماس مع العامل الحفاز يمر المنتج على جهاز فصل(Cyclone) وعلى جهاز نزع (Striping) يقومان بفصل ونزع حبيبات العامل الحفاز.



شكل (3.3) يوضح عملية التكسير بالعامل الحفاز

في الشكل أعلاه يلاحظ دخول مادة التغذية المسخنة مسبقاً لتمتزج مع العامل الحفاز الساخن جداً الذي يساعد على تبخير المادة النفطية ذات السلاسل الكربونية الطويلة ، يمر بخار المادة خلال العامل الحفاز في برج المفاعل (Reactor) ويتطلب الأمر فترة زمنية وجيزة لمرور المادة النفطية خلال العامل الحفاز ليتم التكسير . عند قمة المفاعل يوجد جهاز لفصل العامل الحفاز الذي يترسب إلى الأسفل ويتم دفعه إلى برج إعادة التنشيط (Regenerator) الذي يتم تغذيته بهواء ساخن جداً الغرض منه حرق آثار الفحم (Coke) المترسبة على العامل الحفاز والتي تؤدي إلى فقدان فعاليته ، عملية الحرق ترفع درجة حرارة العامل الحفاز ليعاد إستخدامة في برج المفاعل ، غازات الإحتراق تمر عبر جهاز نزع (Stripper) وجهاز فصل (Cyclone) لإستخلاص أي آثار للعامل الحفاز منها.

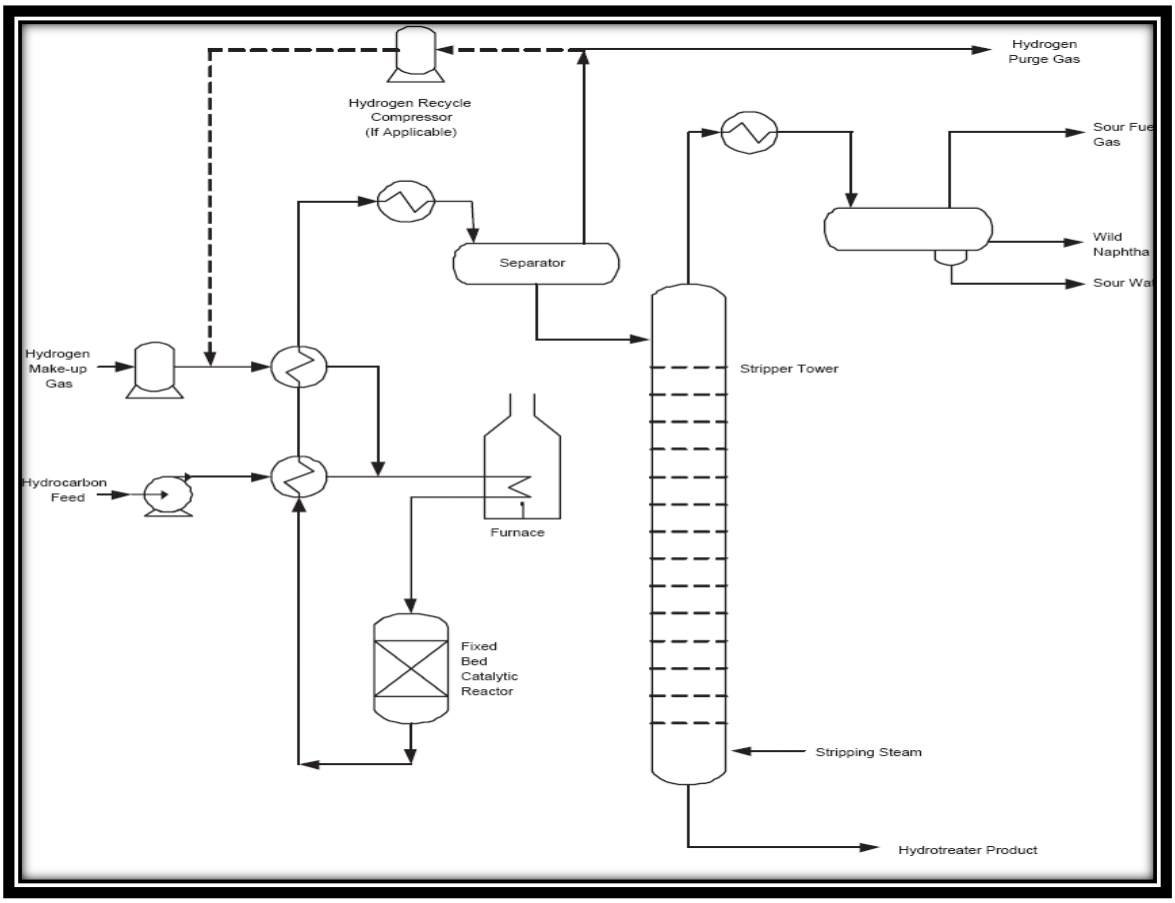
3.6 أهم الوحدات في مصفاة الخرطوم:

- وحدة تقطير النفط الخام (Crude Distillation Unit) .
- وحدة تكسيرالخام المتبقي بالعامل الحفاز (Residue Fluid Catalytic Cracking).
- وحدة معالجة الديزل بالهيدروجين (Diesel Hydrogenation Unit).
- وحدة معالجة البنزين (Gasoline Treating Unit).
- وحدة فصل النيتروجين عن الهواء (Air Separation Unit).

وحدتي (CDU) و (RFCC) تم شرحهما عملهما سابقاً في عمليات تكرير البترول.

1- وحدة معالجة الديزل بالهيدروجين (Diesel Hydrogenation Unit):

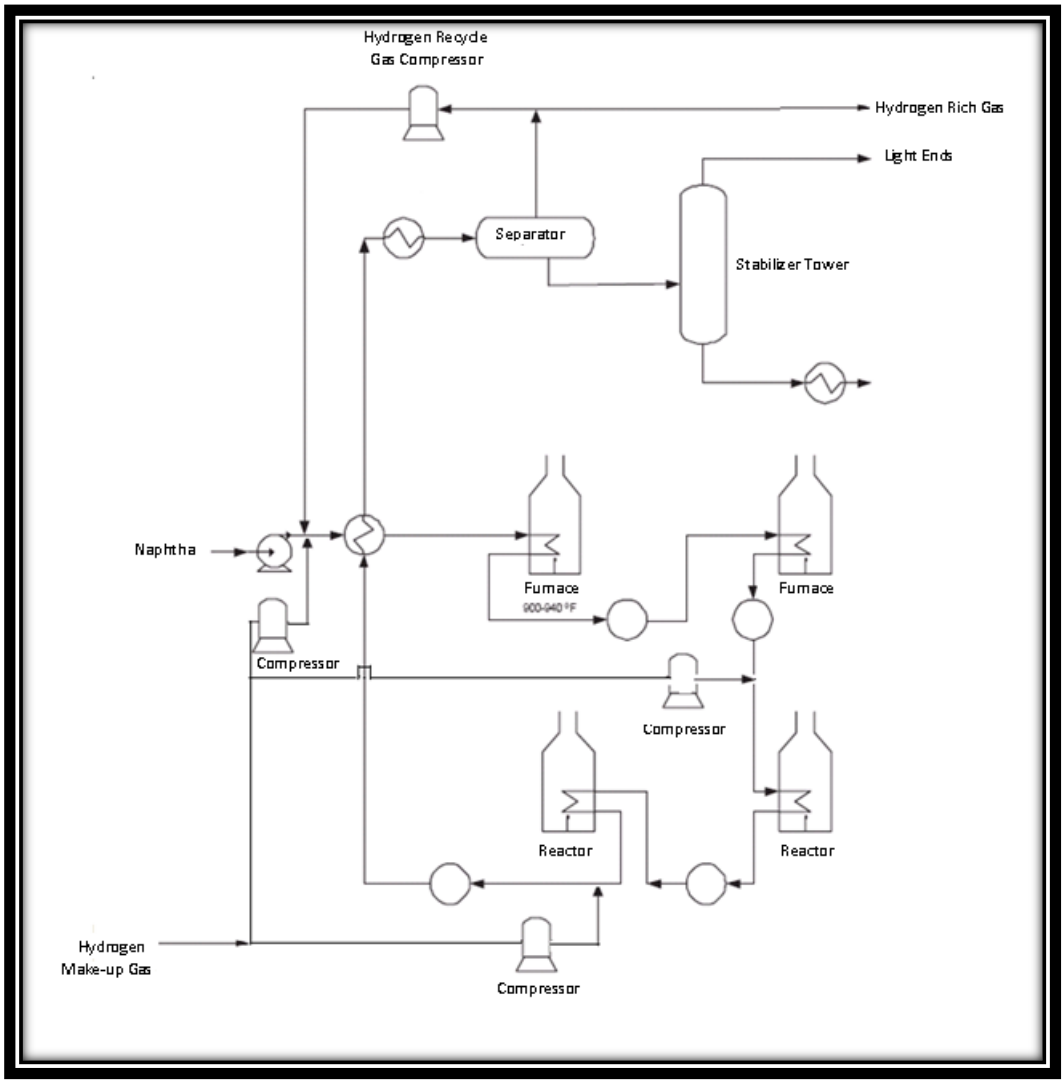
هذه الوحدة من أكبر الوحدات في مصفاة الخرطوم ، حيث يتم فيها معالجة الديزل القادم من وحدتي (CDU) و (RFCC) وذلك بالتخلص من مركبات الكبريت والنيتروجين ، وتتم هذه العملية بإضافة كمية كبيرة من الهيدروجين عند ضغط عالي ودرجة حرارة محددة وإضافة عامل مساعد لإكمال عملية التفاعل.



شكل (3.4) يوضح تسلسل وحدة معالجة الديزل

2- وحدة معالجة البنزين (Gasoline Treating Unit):

في هذه الوحدة يتم تسخين النفثا (Naphtha) التي تم إنتاجها في وحدة (CDU) بعد إضافة كمية مناسبة من الهيدروجين وذلك لإعادة تكوين البنية الجزيئية للنفث من أجل الحصول على بنزين ذو رقم أوكتاني عالي.



شكل (3.5) يوضح عملية معالجة البنزين

3- وحدة فصل النيتروجين عن الهواء (AirSeparationUnit):

في هذه الوحدة يتم فصل النيتروجين عن الهواء الجوي ليستخدم في عمليات التكرير في وحدات أخرى، حيث يتم سحب الهواء من الخارج وتنقيته ثم يُضغط ويُدخل إلى جهاز الفصل والذي يقوم بفصل النيتروجين عنه وبعد ذلك يتم تخزينه في مستودعات ليستخدم عند الحوجة.

3.7 إستخدام الضواغط في عمليات تكرير البترول:

تكتسب الضواغط أهمية كبيرة في عمليات تكرير البترول ، حيث يتراوح عملها من نقل أبخرة النفط الخام بعد تسخينه من وحدة لأخرى إلى القيام بعمليات حيوية مثل إمداد وحدات المعالجة بالهيدروجين عند الضغط المطلوب.

تتركز دراستنا في هذا الجزء على تحديد الغرض الأساسي من إستخدام الضاغط المعين في الوحدة المعينة وسبب إختيار هذا النوع من الضواغط كما سنتعرض إلى دراسة كل ضاغط على حده في الأبواب القادمة.

3.8 الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم:

1- الضواغط الترددية (Reciprocating Compressors).

2- الضواغط الطاردة المركزية (Centrifugal Compressors).

3- الضواغط ذات السريان المحوري (Axial Flow Compressors)

3.8.1 الضواغط الترددية (Reciprocating Compressors):

هي آلات هيدروليكية من نوع الضواغط ذات الإزاحة الموجبة ، ومبدأ عمل هذه الضواغط هو زيادة الضغط نتيجة لنقصان حجم معين من الغاز أو البخار ، حيث يمثل فيها المكبس(Piston)الذي يتحرك حركة ترددية ضمن الأسطوانة (Cylinder) عنصر الضغط و الإزاحة ، وتعتبر الضواغط الترددية من أقدم أنواع الضواغط إستخداماً في التطبيقات الصناعية.

- **أجزاء الضواغط الترددية:**

1- المكبس (Piston).

2- زراع المكبس (Piston Rod).

3- حلقات المكبس (Piston Ring).

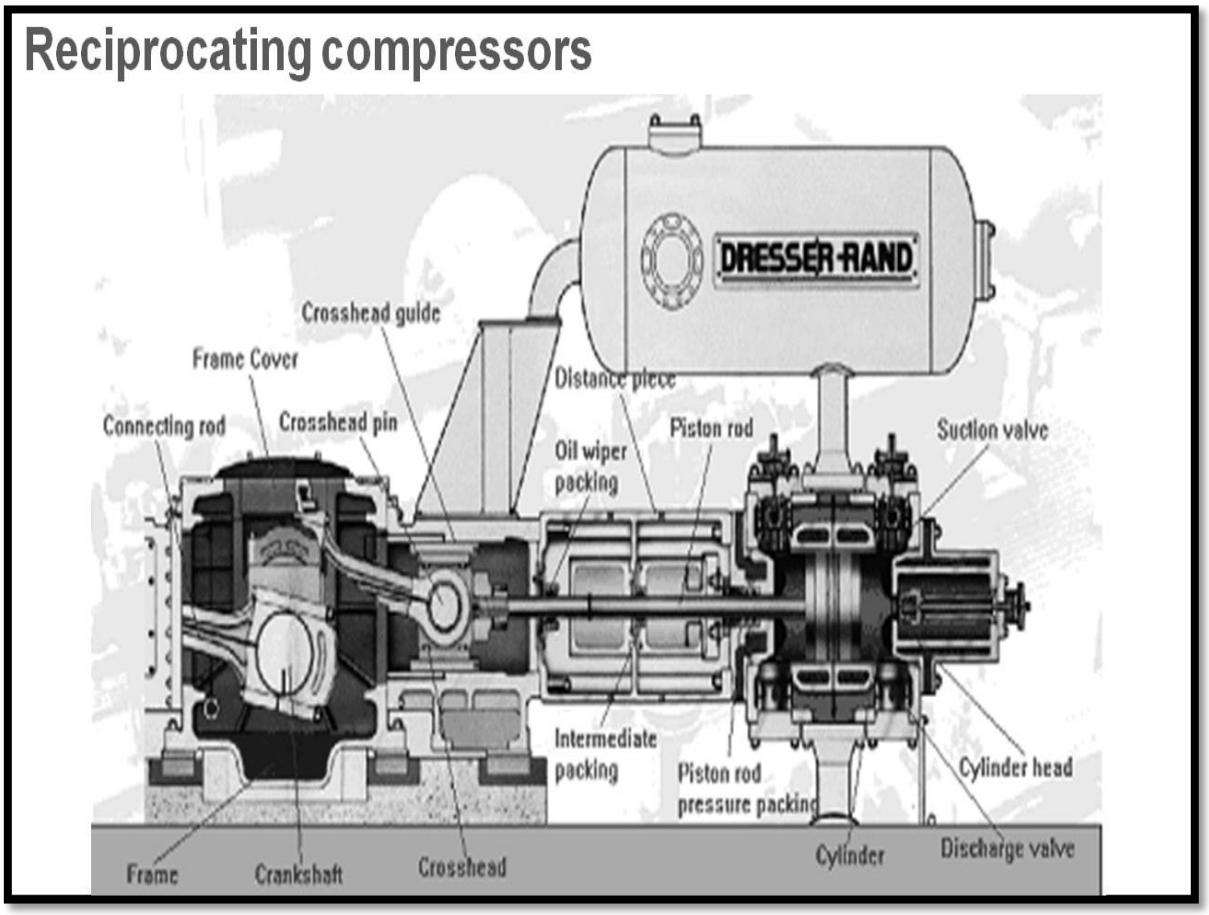
4- الأسطوانة (Cylinder).

5- الصمامات (Valves).

6- زراع التوصيل (Connecting Rod).

7- عمود المرفق (Crank Shaft).

8- الإطار الخارجي للضاغط (Casing).



شكل (3.6) يوضح الأجزاء الرئيسية للضاغط الترددي

- **أنواع الضواغط الترددية:**

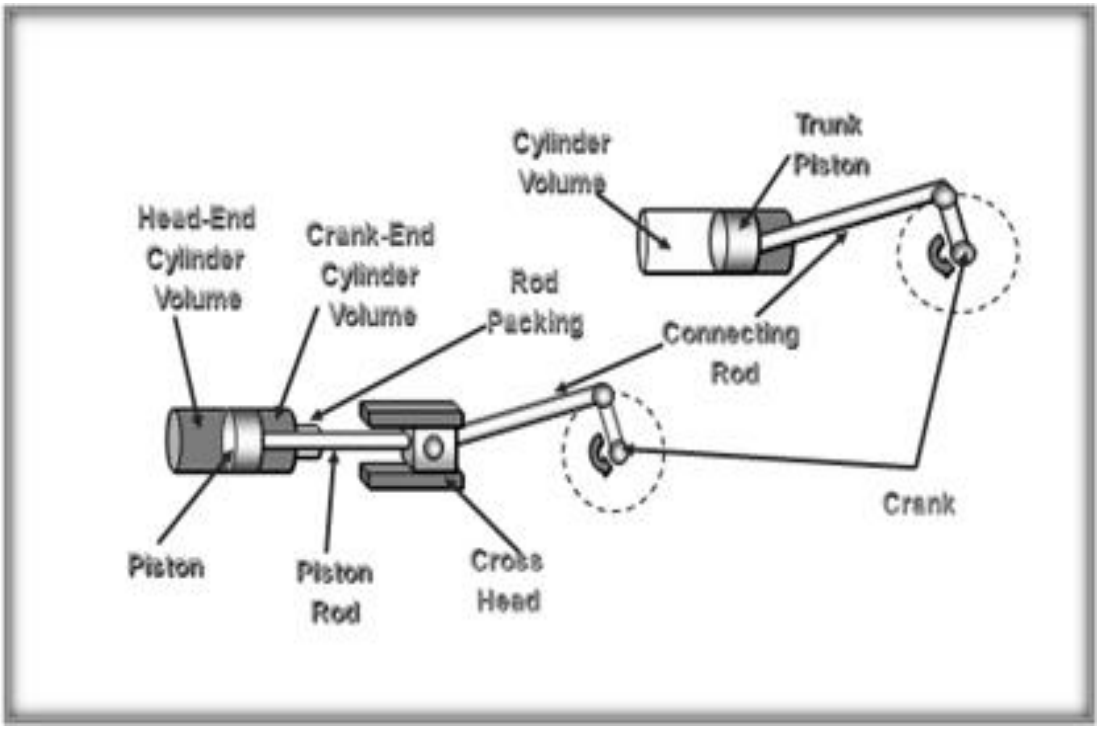
تصنف الضواغط الترددية من حيث طبيعة العمل إلي:

i. وحيدة الفعل أو التأثير (Single Acting):

وهي التي تحدث فيها عملية الإنضغاط في جانب واحد من الأسطوانة ، ويستخدم هذا النوع من الضواغط في التطبيقات الصناعية الصغيرة ، ويكون فيها المكبس متصل مباشرة مع زراع التوصيل.

ii. ثنائية الفعل أو التأثير (Double Acting):

وفيها تتم عملية الإنضغاط في جانبي الأسطوانة فعندما يكون أحد الجانبين في شوط السحب يكون الجانب الآخر في شوط الإنضغاط.

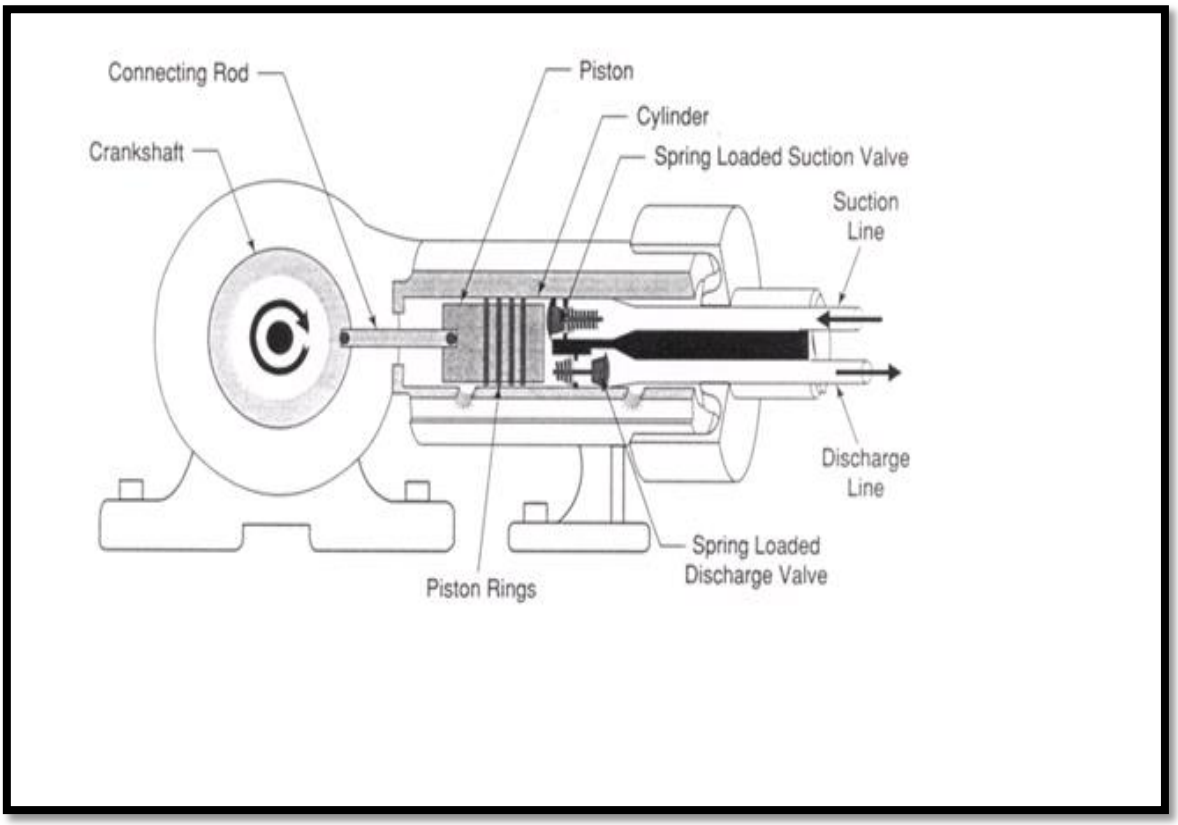


شكل (3.7) يوضح الضواغط أحادية و ثنائية التأثير.

كما تصنف الضواغط الترددية من حيث عدد الأسطوانات (عدد المراحل) إلى:

i. ضواغط ذات أسطوانة واحدة: Single Stage

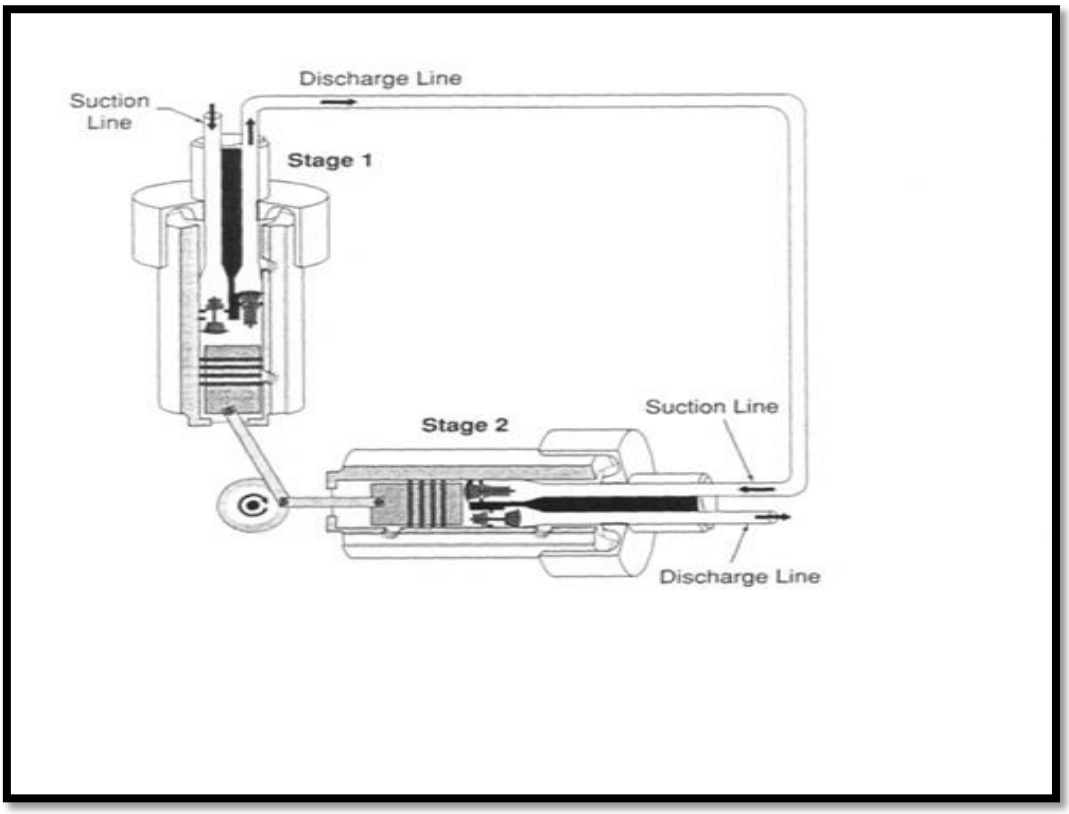
وهي تقوم بضغط الغاز أو البخار في أسطوانة واحدة.



شكل (3.8) يوضح ضاغط ترددي أحادي المرحلة

ii. ضواغط ذات أسطوانتين (ذات مرحلتين) (Double Acting):

وهي تقوم بضغط الغاز أو البخار في داخل أسطوانة أولى ثم يتم تبريده بواسطة مبرد بيني (InterCooler) قبل دخوله للأسطوانة الثانية التي يخرج منها بالضغط المطلوب.



شكل (3.9) يوضح ضاغط ترددي ثنائي المرحلة

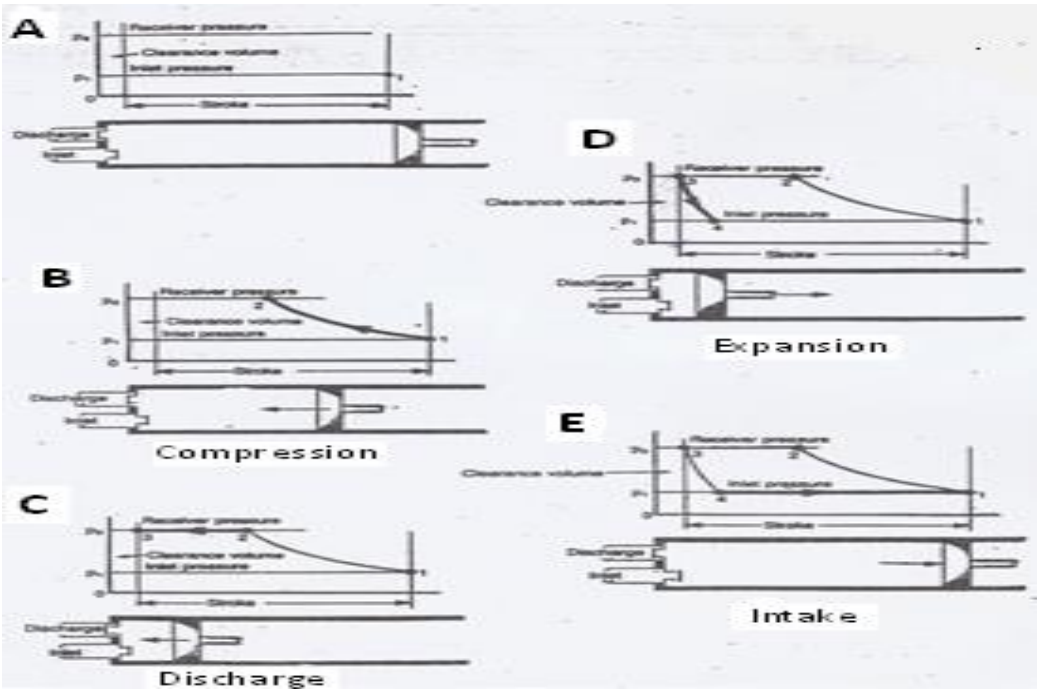
iii. ضواغط متعددة المراحل (Multi Stage):

وفيها تتم عملية الإنضغاط في أكثر من مرحلتين مع وجود تبريد بيني بين كل مرحلة وأخرى.

- **دورة الضاغط:**

إن العنصر الأساسي للإنضغاط الترددي هو أسطوانة أحادية أو عدد من الأسطوانات ، تستخدم الضواغط الترددية صمامات تعمل بتأثير النابض الذاتي الحركة وتفتح فقط عند تواجد الضغط التفاضلي المناسب ، تفتح صمامات الدخول (InletValves) عنما يكون الضغط داخل الأسطوانة أقل بقليل من ضغط الدخول ، بينما تفتح صمامات الخروج (DischargeValves) عندما يكون الضغط داخل الأسطوانة أكثر بقليل من ضغط الخروج . الشكل (9-3) يوضح دورة الضاغط الترددي والتي توصف بالأتي:

يتم سحب الغاز من المستودع عبر صمام السحب وذلك عندما يكون الضغط داخل الأسطوانة أقل من الضغط داخل المستودع ويتحرك المكبس إلى اليمين حيث يظل صمام السحب مفتوحاً إلى أن يصل المكبس إلى النقطة الميتة السفلى ويسمى ذلك بشوط السحب (Intake Stroke) كما في المخطط (E) ، ثم يتحرك المكبس إلى اليسار حيث ينغلق صمام الدخول ويؤدي ذلك إلى نقصان الحجم وزيادة الضغط ويسمى ذلك بشوط الإنضغاط (Compression Stroke) كما في المخطط (B) ، وبعد ذلك يفتح صمام الخروج ويكون صمام الدخول مغلقاً ويتحرك المكبس إلى اليسار طارداً الغاز المضغوط عبر صمام الخروج ويسمى ذلك بشوط التفريغ أو التصريف (Discharge Stroke) كما في المخطط (C) ، وأخيراً يتحرك المكبس نحو اليمين ويكون الصمامان مغلقين ويزداد حجم الغاز المحصور في فسحة الدخول مؤدياً بذلك إلى إختزال الضغط ويسمى ذلك بشوط التمدد Expansion) (Stroke كما في المخطط (E). وتستمر هذه الحالة كلما تحرك المكبس نحو اليمين لحين إنخفاض الضغط داخل الأسطوانة إلى أقل من ضغط المستودع وتبدأ عملية السحب من جديد وتتكرر الدورة.



شكل (3.10) يوضح دورة الضاغط الترددي

- **نظريات عمل الضاغط الترددي:**

1- عملية الإنضغاط:

نظرياً يتم إفتراض أن الإنضغاط ايسنتروبياً أي لا تكون هنالك حرارة مضافة أو مزالة من الغاز أثناء الإنضغاط ، ويمكن التعبير عن عملية الإنضغاط بالعلاقة التالية:

$$p_1 {v_1}^k = p_2 {v_2}^k$$

حيث:

p_1 ≡ الضغط عند بداية شوط الإنضغاط.

p_2 ≡ الضغط عند نهاية شوط الإنضغاط.

v_1 ≡ الحجم النوعي عند بداية شوط الإنضغاط.

v_2 ≡ الحجم النوعي عند بداية نهاية الإنضغاط.

k ≡ نسبة الحرارة النوعية.

2- إزاحة المكبس (Piston Displacement):

- إزاحة المكبس للضواغط أحادية الفعل:

$$\text{PD} = \text{AHE} \times \frac{S}{12} \times \text{N}$$

حيث:

PD ≡ إزاحة المكبس بالقدم المكعب في الدقيقة.

S ≡ طول الشوط بالبوصة.

N ≡ سرعة الدوران لعمود المرفق (لفة في الدقيقة).

AHE ≡ مساحة رأس المكبس بالقدم المربع.

- إزاحة المكبس للضواغط ثنائية الفعل:

$$PD = AHE \times \frac{S}{12} \times N + ACE \times \frac{S}{12} \times N$$

حيث:

ACE ≡ مساحة جانب المكبس المقابلة لعمود المرفق.

3- سعة الضاغط الترددى:

$$q = \frac{\pi d^2 l\, s\, \eta_v}{4}$$

حيث:

q ≡ معدل السريان الحجمي.

d ≡ قطر المكبس.

l ≡ طول الشوط.

s ≡ سرعة المكبس.

η_v ≡ الكفاءة الحجمية.

4- الخلوص (Clearance):

الخلوص هو المسافة المحصورة بين رأس الأسطوانة ورأس المكبس عند نهاية شوط الإنضغاط ، ومن الأفضل أن تكون هذه المسافة صغيرة بقدر الإمكان وذلك للحصول على سعة أفضل ولكن يجب أن لاتتعدى هذه المسافة حد معين من الصغر حتى لايؤدي ذلك إلى صدم رأس المكبس برأس الأسطوانة والذي يتسبب في حدوث تشوهات في رأس الاسطوانة والذي بدوره يقلل من عمر الأسطوانة.

5- الكفاءة الحجمية Volumetric Efficiency

تعرف بأنها النسبة بين معدل السريان الحجمي للغاز إلى الحجم المزاح بواسطة المكبس ، وتحسب بالعلاقة التالية:

$$\eta_v = \frac{\dot{v}_g}{\dot{v}_s}$$

$$\dot{v}_g = \frac{\dot{m} R T}{P}$$

$$\dot{v}_s = \frac{LANn}{60nr}$$

حيث:

η_v ≡ الكفاءة الحجمية.

$\dot{v}_g$ ≡ معدل السريان الحجمي للغاز.

$\dot{v}_s$ ≡ الحجم المزاح بواسطة المكبس.

$\dot{m}$ ≡ معدل السريان الكتلي للغاز.

R ≡ ثابت الغاز.

T ≡ درجة حرارة الغاز.

P ≡ ضغط الغاز.

L ≡ طول الشوط.

A ≡ مساحة مقطع الأسطوانة.

N ≡ سرعة دوران عمود المرفق.

nr ≡ عدد المرات التي يدور فيها عمود المرفق في الدورة.

- **الإنضغاط متعدد المراحل:**

تعدد المراحل هو ببساطة إنضغاط الغاز في أسطوانتين أو أكثر بدلاً من الإنضغاط في أسطوانة واحدة ويستخدم الإنضغاط متعدد المراحل في الضواغط الترددية من أجل:

1- توفير القدرة.

2- التحكم في درجة حرارة تسليم الغاز.

3- التحكم في فرق الضغط لكل أسطوانة.

وفي عملية الإنضغاط متعدد المراحل يكون هنالك تبريد بين كل مرحلة وأخرى (Inter Cooler).

- **خواص الضواغط الترددية:**

1- يمكن أن يسحب الضاغط الترددي من جانب ويضغط في الجانب الآخر أو العكس.

2- تحتاج إلى تزييت وصيانة أكثر مقارنة مع الضواغط الأخرى وذلك لكثرة الأجزاء المتحركة فيها.

3- تمتاز بقلة التكلفة الإبتدائية.

4- تعطي سريان متقطع.

5- أكثر إزعاجاً من أنواع الضواغط الأخرى.

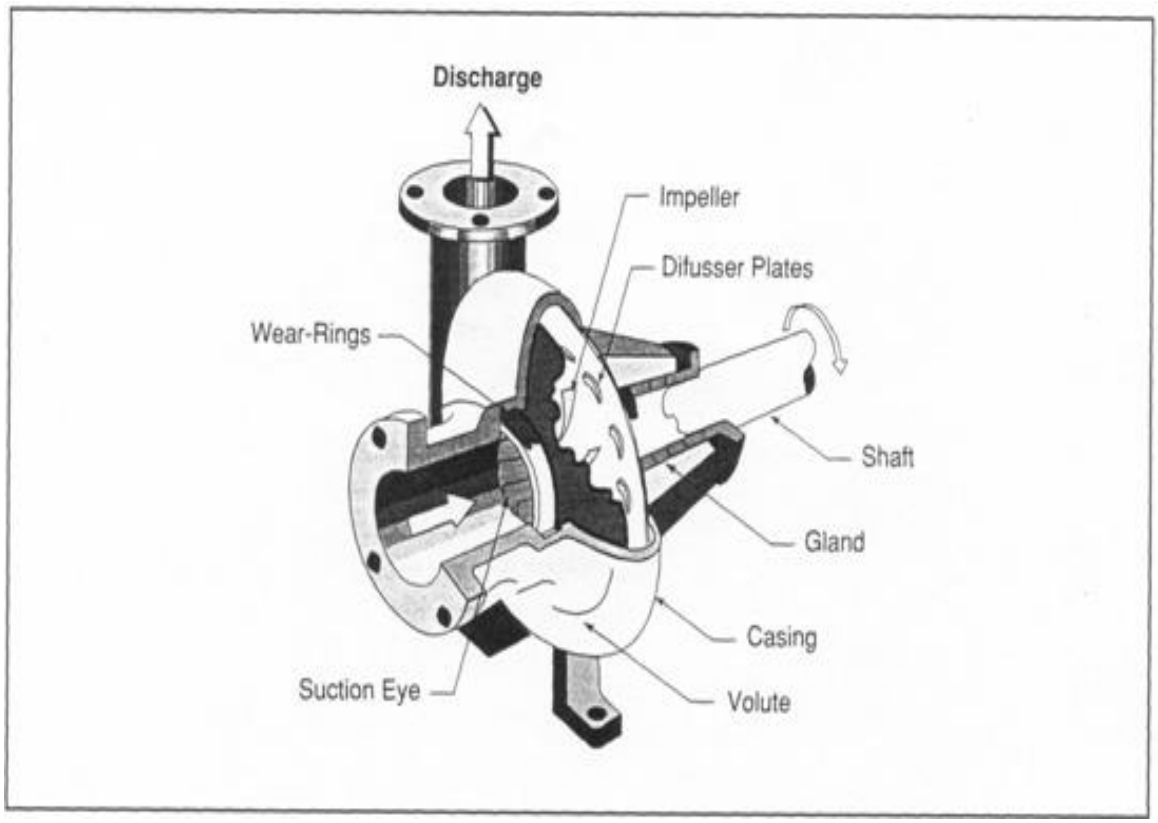
3.8.2 الضواغط الطاردة المركزية (Centrifugal compressor):

تعتبر الضواغط الطاردة المركزية من أقدم أنواع الضواغط الحركية ذات الجريان المستمر ، وهي تستفيد من قوة الطرد المركزي الناتجة من حركة الجزء الدوار (Impeller) في إمداد المائع المراد ضغطه (بخار أو غاز) بطاقة حركية يتم تحويل جزء منها إلى طاقة ضغط عن طريق الغلاف الفوليوتي للضاغط (Volute).

- **الأجزاء الرئيسية:**

- الدفاعة (Impeller).

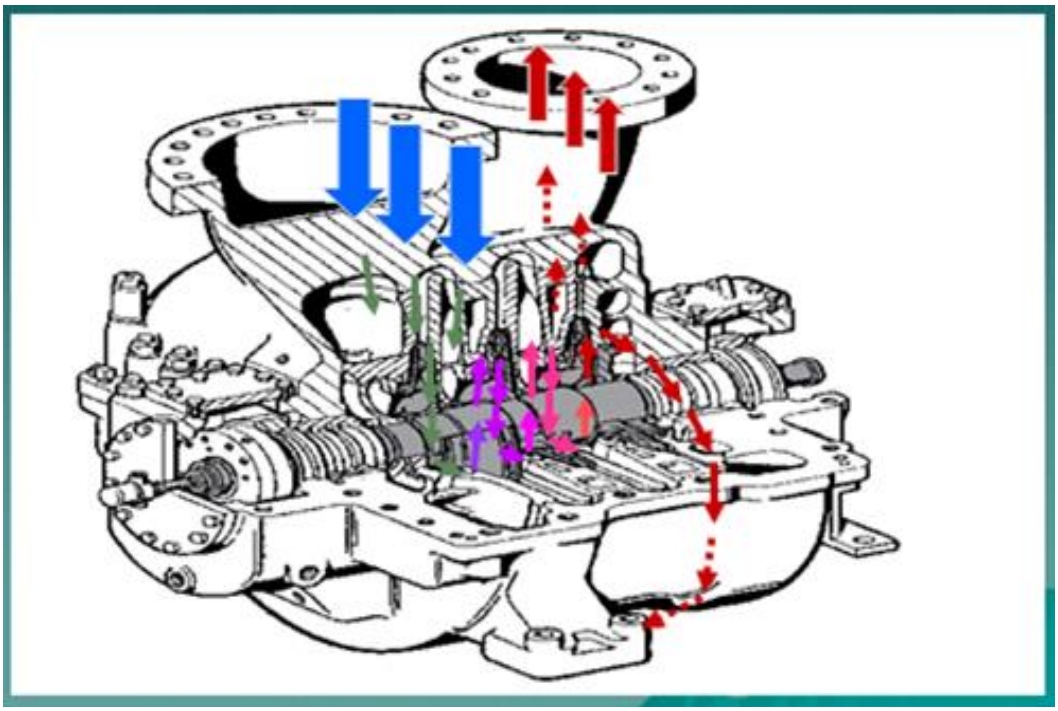
- الريش المتحركة (Vanes).
- الغلاف الفوليوتي (Volute).
- العين (Suction Eye).
- خطوط التصريف (Discharge Lines).
- العمود (Shaft).
- الإطار الخارجي (Casing).
- ريش الناشر (Diffuser Vanes).



شكل (3.11) يوضح الأجزاء الرئيسية للضاغط الطارد المركزي

- **دورة الضاغط:**

تبدأ دورة الضاغط الطارد المركزي بسحب الغاز أو البخار المراد ضغطه من فتحة في مركز الدّفاعة تسمى عين الدفاعة (Eye) ويُجبر على الخروج في الإتجاه القطري عند محيطها بفعل قوة الطرد المركزي ، وفي الضواغط متعددة المراحل يُنقل البخار أوالغاز المضغوط من مرحلة إلى أخرى ويخرج بضغط عالي وسرعة عالية عند محيط الدّفاعة في الغلاف الفوليوتي الذي يصمم لتقليل سرعة الغاز أو البخار وتحويلها إلى ضغط ، حيث تدار الدفاعة (Impeller) بواسطة عمود يدار بواسطة محرك كهربائي (موتور) أو توربين غازي أو بخاري.



شكل (3.12) يوضح دورة الضاغط الطارد المركزي

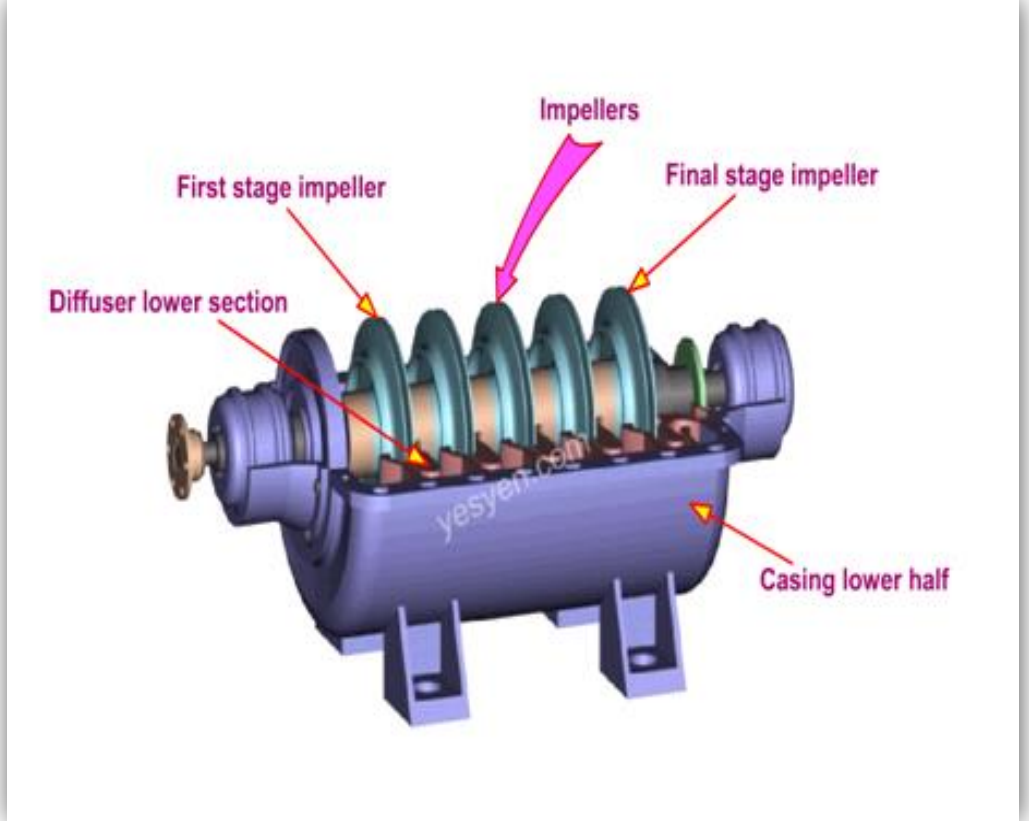
- **أنواع الضواغط الطاردة المركزية:**

يمكن تقسيم الضواغط الطاردة المركزية من حيث تركيبة الغلاف الخارجي (Casing) إلى:

1- ضواغط منفصلة الغلاف الخارجي أفقياً :

Compressors with Horizontally-Spilt Casing

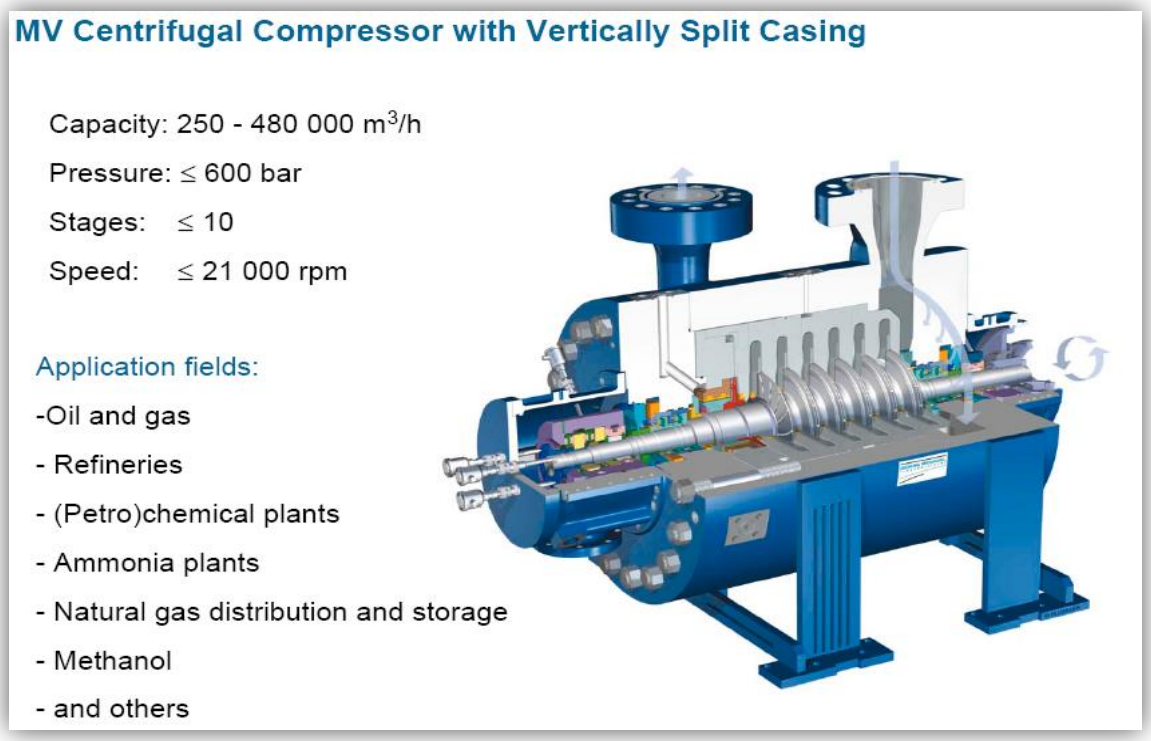
يتكون فيها الغلاف من جزئين أحدهما فوق الأخر ويلتقيان في محور أفقي وهذا النوع من الضواغط يستخدم ليعمل عند ضغط تشغيلي أقل من 60 بار. ويكون في هذا النوع من الضواغط كل مجاري التزييت والملحقات الأخرى موجودة في الجزء الأسفل من الغلاف.



شكل (3.13) يوضح ضاغط منفصل الغلاف الخارجي أفقياً

2-ضواغط منفصلة الغلاف الخارجي رأسياً (Compressors with Vertically-Split Casing):

هذا النوع يكون فيه الغلاف الخارجي في شكل أسطوانة مغلقة من الجانبين بغطاءين.



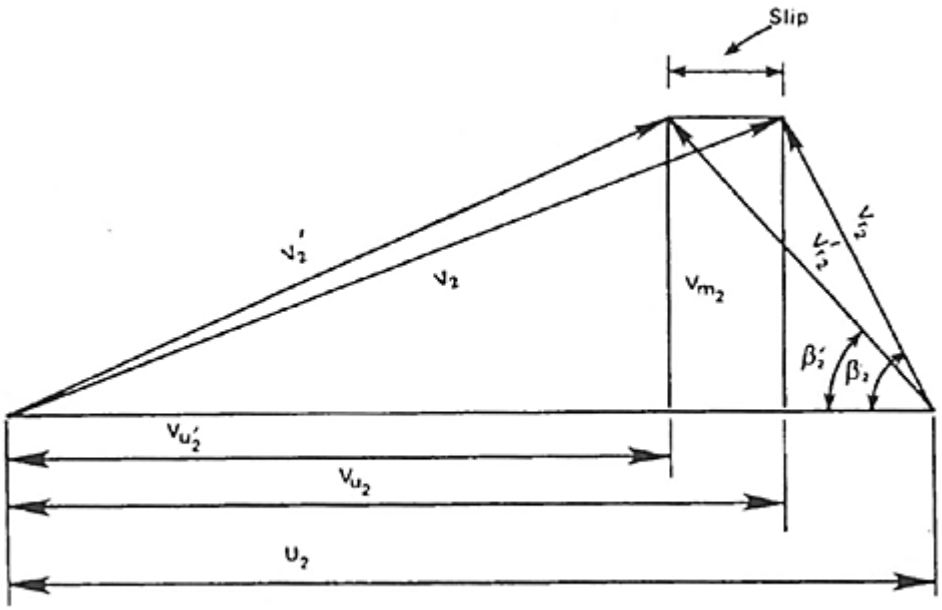
شكل (3.14) يوضح ضاغط منفصل الغلاف الخارجي رأسياً

أي من النوعين السابقين يمكن أن يكون وحيد المرحلة (Single Stage) أو متعدد المراحل (Multi Stages) ، وفي النوع الثاني يستخدم متعدد المراحل للحصول على ضغوط تشغيلية عالية وسعة أكبر من 700 kg/cm³.

- **بعض العوامل المؤثرة على أداء الضواغط الطاردة:**

1- الإنزلاق (Slip)

هو ظاهرة إنحراف زاوية خروج المائع الحقيقية عن الزاوية الهندسية (النظرية) ، حيث تنحرف زاوية المائع عند المخرج من B_2 إلى B_2' وتقل أيضاً السرعة المطلقة للمائع عند المخرج من V_2 إلى V_2' ويؤدي ذلك إلى نقصان السرعة التدويمية (Vu_2) للمائع عند المخرج.



الشكل (3.15) يوضح تأثير الإنزلاق على مخطط السرعات عند المخرج

ويحسب الإنزلاق بالعلاقة التالية:

$$slip = \frac{u_2 \pi sin B_2}{n_v}$$

حيث :

u_2 ≡ سرعة الريش عند المخرج.

B_2 ≡ زاوية الريش عند المخرج.

n_v ≡ عدد الريش في الجزء الدوار (Impeller).

2- معامل الإنزلاق: Slip Factor

$$\mathrm{S.F} = \frac{\mathrm{Vu}_2'}{\mathrm{Vu}_2}$$

حيث :

Vu_2 ≡ السرعة التدويمية النظرية للمائع عند المخرج.

Vu_2' ≡ السرعة التدويمية الحقيقية للمائع عند المخرج.

ونجد أن معامل الإنزلاق يؤثر على معامل الشغل المبذول (ξ) حيث أن :

$$\xi = \frac{\mathrm{Vu_2}}{\mathrm{U_2}}$$

وبالتالي يؤثر على سمت المرحلة

$$\mathrm{H_{in}} = \left(\frac{1}{\mathrm{g}}\right)\xi \mathrm{U_2^2}$$

بإفتراض أن معامل السمت (μ) يعطى بـ :

$$\mu = \xi\eta$$

حيث :

η ≡ كفاءة المرحلة.

و السمت عند المخرج يعطى بالعلاقة:

$$H_{out} = \left(\frac{1}{g}\right)\mu \mathrm{U_2^2}$$

3- درجة رد الفعل (Degree of Reaction):

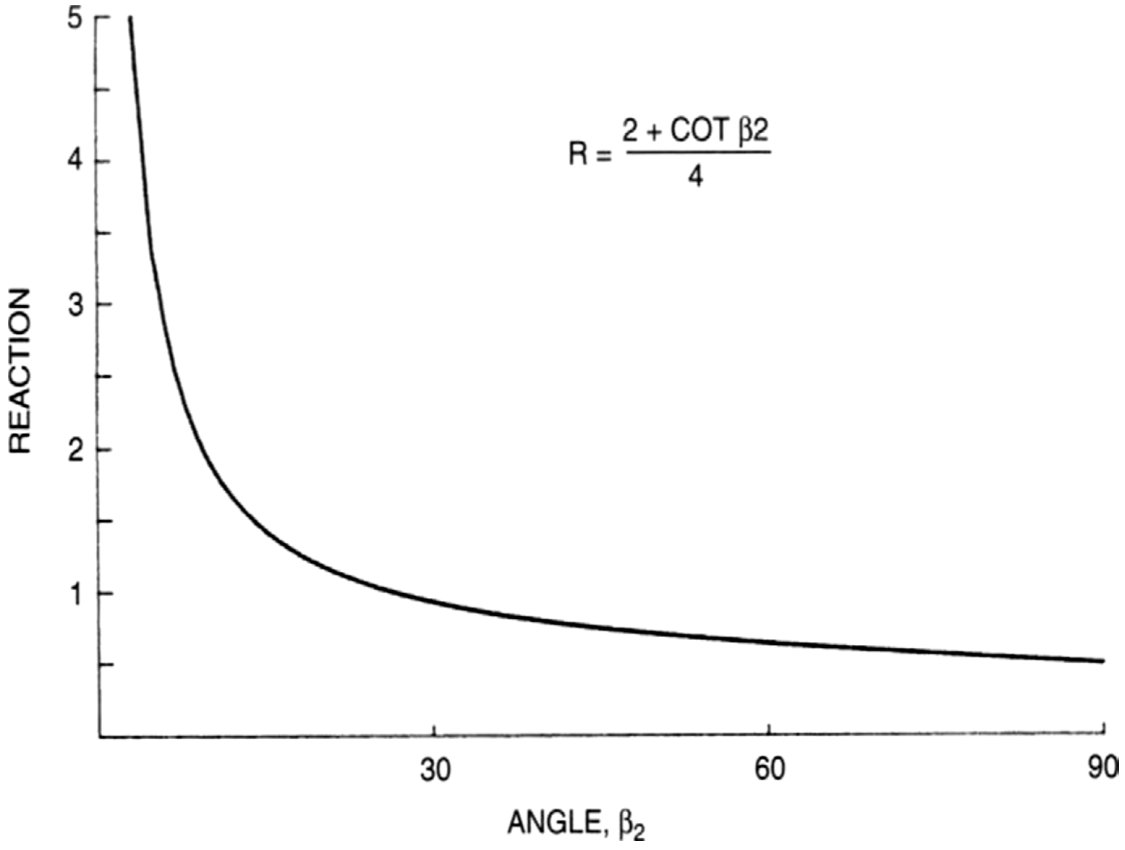
تعرف درجة رد الفعل بأنها النسبة بين السمت الإستاتيكي المحول في الجزء الدوار إلى السمت الكلي الناتج من المرحلة ، نجد أن الهدف الاساسي لمرحلة الضاغط هو زيادة ضغط المائع و بالتالي فإن درجة رد الفعل تحدد مدى مساهمة الجزء الدوار في زيادة الضغط.

نظرياً تعطى درجة رد الفعل (R) بالعلاقة:

$$R = \frac{2 + cotB_2}{4}$$

ملحوظة:

من العلاقة أعلاه نلاحظ أن درجة رد الفعل تعتمد فقط على زاوية الريش عند المخرج.

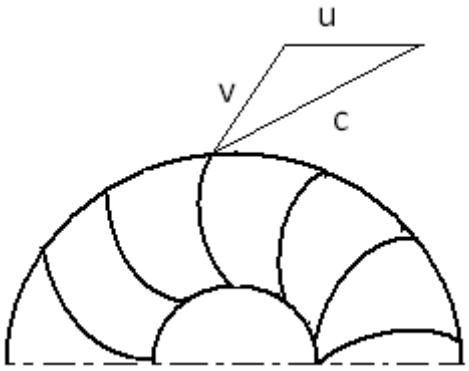


شكل (3.16) يوضح تغير درجة رد الفعل مع زاوية الريش عند المخرج.

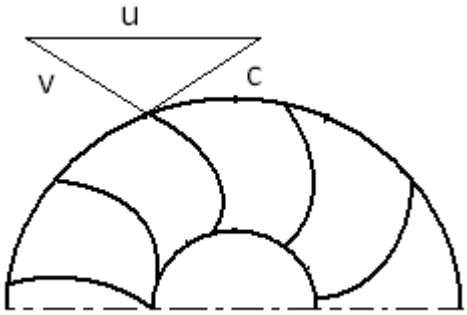
4- تأثير نوع الريش للجزء المتحرك:

هناك ثلاثة أنواع لريش الجزء الدوار وهي:

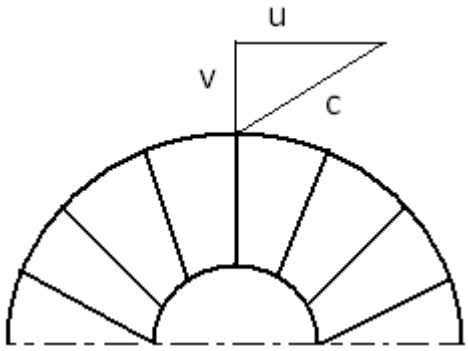
1- ريش منحنية للأمام (Forward Curved Blades).



2- ريش منحنية للخلف (Backward Curved Blades).



3- ريش نصف قطرية (Radial Blades).



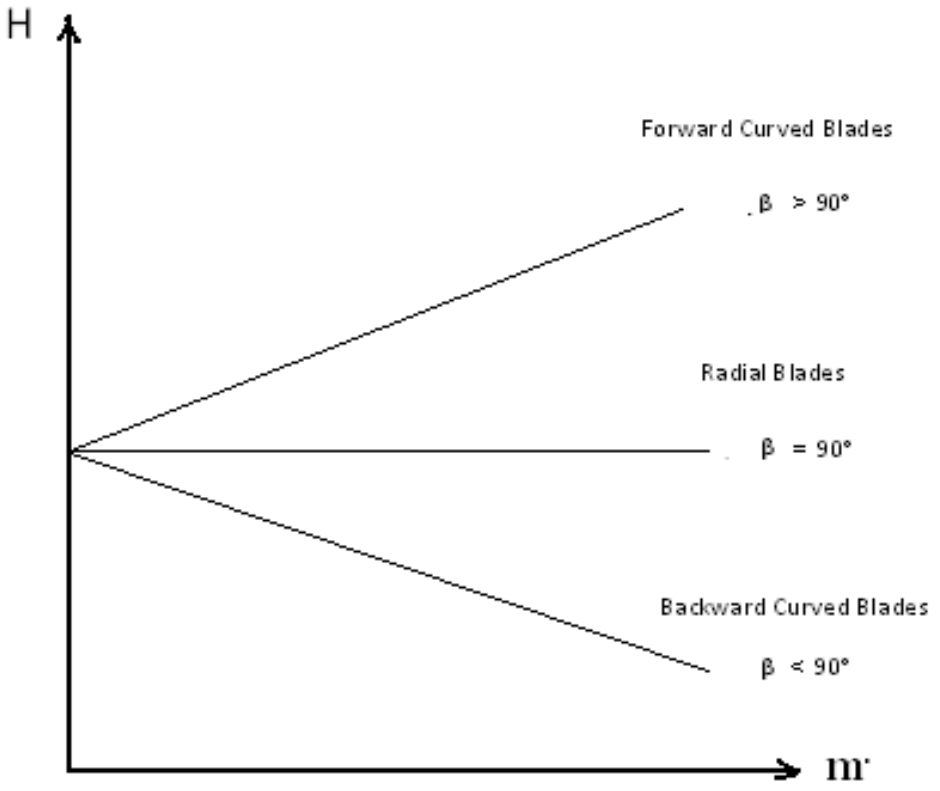
حيث:

u ≡ سرعة الريش.

v ≡ السرعة النسبية.

c ≡ السرعة المطلقة للمائع عند المخرج.

عند سرعة دوران متساوية يعطي النوع الأول أكبر طاقة حركية للمائع و يأتي بعده النوع الثالث و أخيراً النوع الثاني ، ولذلك عند إستخدام أحجام متساوية من الريش المتحركة للأنواع الثلاثة فإن الضاغط ذو الريش المنحنية للأمام يعطي أعلى نسبة إنضغاط.



شكل 17-3 يوضح تغير سمت الضغط (H) مع معامل السريان الكتلي (m) للأنواع الثلاثة

- **مميزات الضواغط الطاردة المركزية:**

1-تعطي سريان مستمر.

2-سهلة الصيانة و التصنيع (تعمل فترة طويلة بدون أن تحتاج إلى أي صيانة).

3-سرعة دورانها عالية مقارنة مع الأنواع الأخرى.

4-تعطي معدل سريان عالي مقارنة مع الترددية.

5- قليلة التكلفة مقارنة مع ضواغط الإزاحة الموجبة.

6-هادئة التشغيل و غير مزعجة (الإهتزاز فيها قليل) مقارنة مع الضواغط ذات الإزاحة الموجبة.

7- تحتوي على أجزاء متحركة قليلة.

8-تعطي نسبة إنضغاط حوالي 4:1 في المرحلة الواحدة.

3.8.3 الضواغط ذات السريان المحوري (Axial Flow Compressors):

- **تعريف:**

الضاغط المحوري هو أحد أنواع الضواغط ذات السريان المستمر و سمي بهذا الإسم لأن سريان المائع فيه يكون موازياً لمحور الدوران.

- **الأجزاء الرئيسية:**

- عمود الدوران.
- الريش المتحركة وهي تدور مع عمود الدوران.
- الريش الثابتة (الناشرات) وهي مثبتة على الغلاف الخارجي.
- الغلاف الخارجي.

يتكون الضاغط المحوري من عدد من المراحل قد تصل إلى أربع عشرة مرحلة وكل مرحلة من هذه المراحل تحتوي على صف من الريش المتحركة يتلوه صف من الريش الثابتة الناشرة ، هنالك أيضاً صف من الريش الثابتة عند مدخل الضاغط تعمل على توجيه المائع في المرحلة الأولى حتى يكون الإنسياب في إتجاه المحور.

- **طريقة عمل الضاغط:**

يدخل المائع إلى الصف الأول من الريش المتحركة في إتجاه المحور عن طريق ريش التوجيه حيث تقوم هذه الريش المتحركة بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقتي ضغط وحركة و من ثم يمر المائع إلى الريش الثابتة (الناشرات) التي تعمل على تحويل الجزء الأكبر من طاقة الحركة إلى طاقة ضغط وتقوم أيضاً بتغييرإتجاه المائع بحيث يصبح مدخله إلى المرحلة التالية يشبه مدخله في المرحلة الأولى، تستمر عملية تحويل طاقة الحركة إلى ضغط في المراحل التالية حتى يتم الحصول على الضغط المطلوب.

هنالك نوعان من الجزء المتحرك الذي يحمل الريش وهما:

1- النوع القرصي (Disk Type) ويستخدم هذا النوع عندما يراد تقليل وزن الضاغط وتخفيض تكلفة تصنيعه كماهو الحال في الطيران.

2- النوع الأسطواني (Drum Type) وفيه تتناقص مساحة حلقة الإنسياب من الضغط الأقل إلى الضغط الأعلى أي من المدخل إلى المخرج وذلك لكي تبقى سرعة الإنسياب ثابتة ويستخدم هذا النوع في الوحدات الصناعية الثابتة.

العوامل المؤثرة على أداء الضواغط المحورية:

- درجة رد الفعل:

تعرف بأنها التغير في الإنثالبي في الريش المتحركة مقسوماً على التغير في الإنثالبي للمرحلة كلها ، وأفضل قيمة لدرجة رد الفعل هي التي تساوي 50 والتي يكون عندها نسبة التمدد في الريش المتحركة تساوي نسبة التمدد في الريش الثابتة.

- تناقص مساحة الإنسياب:

عندما يتحرك المائع من مرحلة إلى أخرى يزداد الضغط وبالتالي تزداد الكثافة وللحصول على سرعة إنسياب ثابتة يتم تقليل مساحة الإنسياب.

- معامل الشغل:

بالرغم من أن تصميم الضواغط المحورية يبنى على أساس سرعة إنسياب ثابتة إلا أن التجارب أثبتت أنها تكون ثابتة في المرحلة الأولى ولكن في بقية المراحل تتغير في الأطراف وتظل ثابتة في الوسط ، يتم حساب الشغل النظري بإفتراض أن سرعة الإنسياب ثابتة في كل المراحل وتصحح القيمة بإستعمال معامل تصحيح (معامل الشغل) للحصول على الشغل الحقيقي.

يعرف معامل الشغل بأنه النسبة بين السعة الحقيقة للشغل الممتص إلى السعة المثالية لإمتصاص الشغل في المرحلة.

- الكفاءة الأيسنتروبية :

بسبب الإحتكاك مع الريش يتحول جزء من طاقة الحركة إلى حرارة لذا يخرج المائع عند درجة حرارة أعلى من درجة الحرارة فيما لو كان التمدد أيسنتروبياً (أديباتيياً) لذا تعرف الكفاءة الأيسنتروبية بأنها النسبة بين التمدد النظري إلى التمدد الحقيقي.

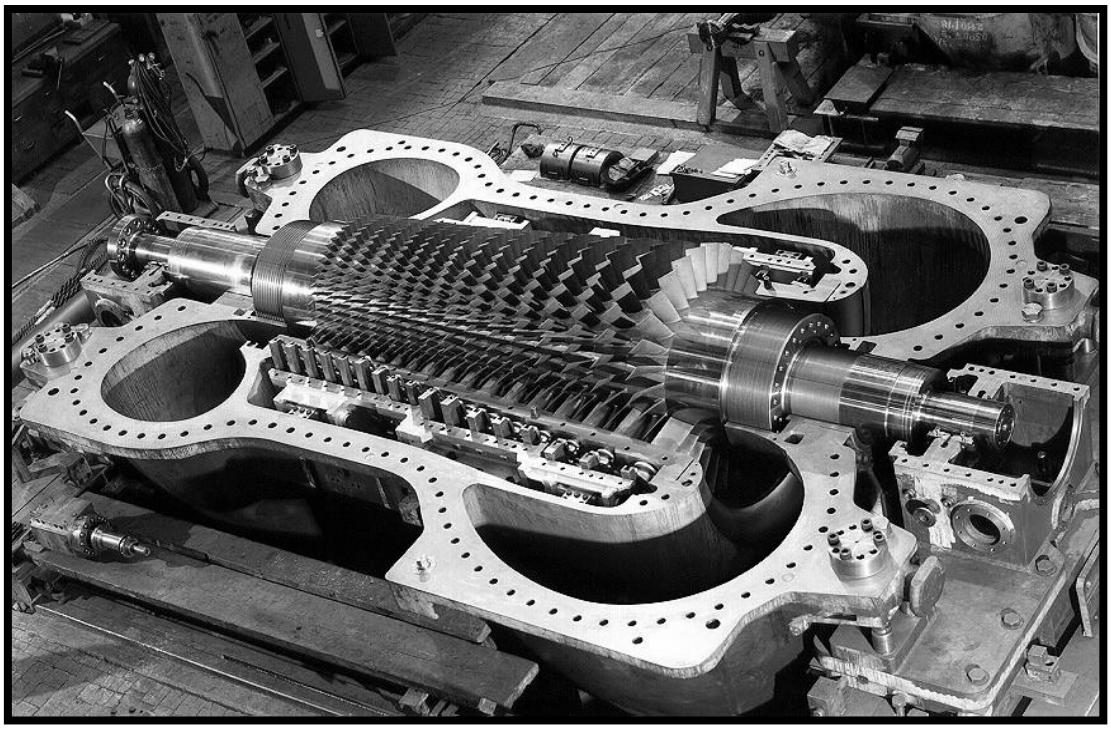
خواص الضواغط المحورية:

1- تعطي معدل سريان عالي جداً مقارنة مع الضواغط الأخرى.

2- مساحة الإنسياب فيها تتناقص من الضغط الأقل إلى الضغط الأعلى أي من المدخل إلى المخرج وذلك لكي تبقى سرعة الإنسياب ثابتة.

3- يكون الإنسياب فيها متقارب وفي إتجاه المحور.

4- تعطي نسبة إنضغاط وكفاءة عالية مقارنة مع الضواغط الطاردة المركزية.



الشكل 18-3 يوضح شكل ضاغط السريان المحوري

الباب الرابع

المشاكل التي تعوق عمل الضواغط في مصفاة الخرطوم والحلول المناسبة

الباب الرابع

المشاكل التي تعوق عمل الضواغط في مصفاة الخرطوم والحلول المناسبة

4.1 مشاكل دورة التزييت:

تتكون دورة التزييت من المكونات الأساسية التالية:

- الخزان (Oil Reservoir) .
- المرشح (Filter).
- المبرد (Cooler).
- مضخة الزيت (Oil Pump).
- زيت التزييت (Lubrication Oil).

1- أسباب فشل دورة التزييت:

- وجود شوائب وأوساخ في مصافي الزيت.
- إستخدام زيوت غير مطابقة لمواصفات الشركة المصنعة للضاغط.
- إنخفاض مستوى زيت التزييت عن الحد المطلوب.
- إنخفاض أو زيادة لزوجة الزيت.
- زيادة أو نقصان ضغط الزيت.
- إستخدام الزيوت الملوثة وغير النقية.

2- المشاكل التي تحدث نتيجة فشل دورة التزييت:

-تصلب الحلقات التي تعمل علي حبس الزيت.

-تكربن الصمامات وتلفها.

-تلف المحامل.

–حدوث تآكل في جدران الأسطوانات وأسطح المكابس مما يؤدي إلى عملية تسريب الزيت نتيجة لتلف مانعات التسرب.

3– ولتجنب هذه المشاكل يجب إتّباع الآتي:

- تنظيف كل أجزاء الدورة بالهواء المضغوط ، الفحص الجيد لتلك الأجزاء وإجراء الصيانة في الأوقات المناسبة.
- ضبط مستوى الزيت عند الحد المطلوب.
- التأكد من نظافة المصافي في جانبي السحب والتصريف والفحص المستمر لها.
- تغيير الزيت في فترات منتظمة حسب تعليمات الشركة المصنعة للضاغط.
- إستخدام الزيوت الجيدة و النقية ذات اللزوجة المناسبة.
- ضبط منظم ضغط الزيت عند المستوى المطلوب.

4.2 مشاكل دورة التبريد:

يستخدم الماء في دورة تبريد الضواغط من أجل تبريد زيت التزييت عن طريق التبادل الحراري بينهما في مبرد الزيت ، التبريد البيني للغاز في الإنضغاط متعدد المراحل بالنسبة للضواغط الترددية و الطاردة المركزية وتبريد كل من رأس وجدران الأسطوانة في الضواغط الترددية . يجب أن يكون الماء المستخدم في التبريد خالياً من الطين ، حبيبات الرمل ، الأملاح والرواسب الجيرية لأن ذلك يؤدي إلى المشاكل التالية:

1– تقليل معدل إنسياب الماء في أنابيب التبريد.

2– حدوث تآكل وصدأ في أنابيب التبريد.

3– تقليل معدل إنتقال الحرارة عبر الأسطح مما يؤدي إلى خفض كفاءة التبريد.

المشاكل السابقة في دورة التبريد تقود إلى إرتفاع درجة حرارة زيت التزييت وإنخفاض لزوجته وبالتالي حدوث فشل في دورة التزييت بالإضافة إلى إنخفاض كفاءة التبريد البيني مما يؤدي إلى إرتفاع درجة حرارة الأجزاء الداخلية للضاغط وبالتالي زيادة القدرة المطلوبة لعملية الإنضغاط.

ولتجنب حدوث هذه المشاكل يجب إتّباع الآتي:

- تنقية مياه التبريد بإستعمال وحدة معالجة.
- الفحص الدوري لأنابيب التبريد وتنظيفها جيداً.
- عند إستخدام الهواء في عملية التبريد يجب الإعتناء بالمصافي (Filters) وتنظيفها جيداً لكي يتم الحصول على هواء نقي وخالي من الشوائب.
- في تبريد الضواغط الترددية يجب التحكم بدقة في درجة حرارة الأسطوانة بحيث لاتؤدي إلى تكثف المائع بداخلها والذي يؤدي إلى غسل الجدار الداخلي للأسطوانة من زيت التزييت وبالتالي حدوث تآكل في المكابس والحلقات.

4.3 مشاكل محرك الضاغط (الموتور):

تتمثل مشاكل محرك الضاغط في الآتي:

- التوقف الفجائي للموتور.
- التزبزب وعدم الإستقرارفي سرعة الموتور.
- إرتفاع درجة حرارة الموتور.

وحدوث أي من المشاكل أعلاه في المحرك تؤدي إلى حدوث فشل في أداء الضاغط. ولتفادي هذه المشاكل يجب مراقبة المحرك أثناء التشغيل ، إجراء الصيانة الدورية وأن يكون هنالك محرك في وضع الإستعداد.

ملحوظة: تدار بعض الضواغط في مصفاة الخرطوم بواسطة توربينات بخارية تحتوي على دورات تبريد وتزييت وتحدث لها نفس المشاكل التي ذكرت أعلاه.

4.4 مشاكل الصمامات ، المكابس و الأسطوانات:

هذه المشاكل تتعلق بالضاغط الترددي وتكون بسبب الآتي:

- إحتكاك المكابس بالأسطوانات نتيجةً لإنخفاض كفاءة التزييت.
- إنخفاض كزازة نوابض الصمامات.
- وجود الرطوبة في الهواء المضغوط مما يؤثر على الصمامات وجدران الأسطوانة.

وهذه المشاكل تؤدي إلى:

- حدوث تآكل في بعض أجزاء الضاغط خصوصاً الحلقات ، جدران الأسطوانات والمكابس.
- تسريب الهواء والغازات.
- حدوث إهتزازات لمنظومة الضاغط مما يؤدي إلى حدوث إزعاج وفشل في المنظومة.

ولتفادي هذه المشاكل يجب الإهتمام بتزييت أجزاء الضاغط تزييتاً جيداً ، إجراء الصيانة الدورية، المتابعة وإصلاح الأعطال التي تحدث اثناء التشغيل وإستخدام عناصر تجفيف للهواء المضغوط بين المراحل وذلك لإمتصاص الرطوبة الموجودة فيه.

4.5 مشاكل المحامل:

- حدوث فشل للمحامل نتيجة للمحاذاة.
- حدوث تآكل للمحامل نتيجةً لعدم التزييت الجيد.
- حدوث فشل للمحامل نتيجةً لتأثير القوة المحورية الناتجة من الحركة الخطية لعمود الدوران.

ولتجنب هذه المشاكل يجب الإهتمام بالتزييت الجيد للمحامل والإهتمام بصيانتها ومتابعتها وذلك لتجنب حدوث أي فشل فيها.

الباب الخامس

الخاتمة & التوصيات & المراجع

الباب الخامس

الخاتمة والتوصيات

5.1 الخاتمة:

تهدف هذه الدراسة لمحاولة معرفة المشاكل المرتبطة بتشغيل وصيانة الضواغط المستخدمة في مصفاة الخرطوم من وجهات نظر المشاكل المرتبطة بدائرتي التزييت والتبريد وتلك المرتبطة بمحرك الضاغط ، الصمامات ، المكابس والأسطوانات بالإضافة لتلك المرتبطة بالمحامل واللامحاذاة.

وُجد من خلال هذه الدراسة أنَّ مشاكل الضواغط تنحصر في عدم مطابقة الزيوت المستخدمة للمواصفات ووجود الشوائب والأوساخ بالإضافة لمشاكل اللامحاذاة في الأعمدة.

5.2 التوصيات:

تم بحمد الله هذا البحث بعد جهد كبير من أجل الوصول إلى أماكن إستخدام الضواغط في مصفاة الخرطوم للحصول على المعلومات الدقيقة منها.

ولكي يعمل الضاغط بصورة مستقرة ، كفاءة عالية وعمر أطول نوصي بالاتي:

- يجب إختيار نوع الضاغط المناسب لكل عملية أو تطبيق وذلك بتحديد الضغط ومعدل السريان المطلوبين للعملية.
- يجب الإهتمام بكل من دورتي التزييت والتبريد لأن معظم المشاكل التي تحدث للضواغط تنتج منهما.
- يجب الإهتمام بالصيانة الدورية للضواغط.
- الإهتمام بظروف التشغيل التي يعمل عندها الضاغط عند تصميمه.

كما نوصي بمواصلة البحث في هذا المجال الواسع مع إتباع الطرق العلمية التي تساعد على تحسين كفاءة الضاغط وزيادة عمره.

المراجع:

[1] النفط المنشأ والتركيب والتكنولوجيا ، لطيف حميد عبد الله ، جامعة الموصل ، 1986.

[2] صناعة البترول ومشتقاته ، د.انطوان حداد ، معهد الإنماء العربي بيروت ، 1989.

[3] عمليات إنتاج الغاز ، هـ.ديل بيكر ، جامعة الموصل ، 1988.

[4] The Process Technology Handbook, by Charles E. Tomas, UHAI Publishing, Berne, NY, 1997.

[5] Applied Thermodynamics for Engineering Technologists Edition 5, T.D.EASTOP & A. Mc CONKEY, PEARSON Prentice Hall, 1993.

[6] Handbook of Petroleum Analysis, James G. Speight, A JOHN Wiley & Sons. INC. Publication, 2001.

[7] Compressor Handbook, Paulc. Hanlon, Library of Congress Cataloging-in- Publication Data, 2001.

[8] A practical Guide to Compressor Technology Second Edition, by Heinz P. Bloch Wiley & Sons, 2006.

[9] Web Sites:

http://www.tkne.net/vb/showthread.php?t=4886

http://en.wikipedia.org/wiki/Gas_compressor

http://www.arab-eng.org/vb/t9569.html

http://www.airgas.co.za/images/comvmy.JPG