الجزء رقم (9)

*ضواغط الهواء (الكمبريسورات) Compressors

الضواغط أو الكمبريسورات هي الآلات التي تأخذ بخار وسيط التبريد المتدفق من المبخر وتضغطه وتتسبب في حدوث إرتفاع درجة الحرارة. والضواغط تكون مسؤولة أيضاً عن المحافظة على تداول وسيط التبريد في جميع أنحاء الدائرة وبذلك يمر البخار الساخن القادم من الكمبريسور إلى المكثف حيث أنه يبرد ويعود إلى المبخر.

هناك ثلاثة أنواع من الضواغط الشائعة الإستخدام وهي الضاغط الترددي وضاغط الطرد المركزي والضاغط الدوار.

- *الضواغط الترددية Reciprocating Compressors

الضاغط الترددي له مكبس يتحرك إلى أعلى وإلى أسفل داخل الإسطوانة التي يكون بها صمامات من أعلى – شكل (31). وعامود الكرنك يدور في إتجاه مع إتجاه عقارب الساعة بواسطة موتور كهربائي ويكون موصل مع المكبس بواسطة بنز كرنك. وفي شكل 31 (a) يتم دفع المكبس إلى أعلى الإسطوانة عند نقطة تعرف بالنقطة الميتة العليا (TDC) وصمام السحب يكون مغلق وصمام الطرد يكون مفتوح ووسيط التبريد يتم دفعه إلى خط الطرد بواسطة التأثير الإنضغاطي للمكبس.

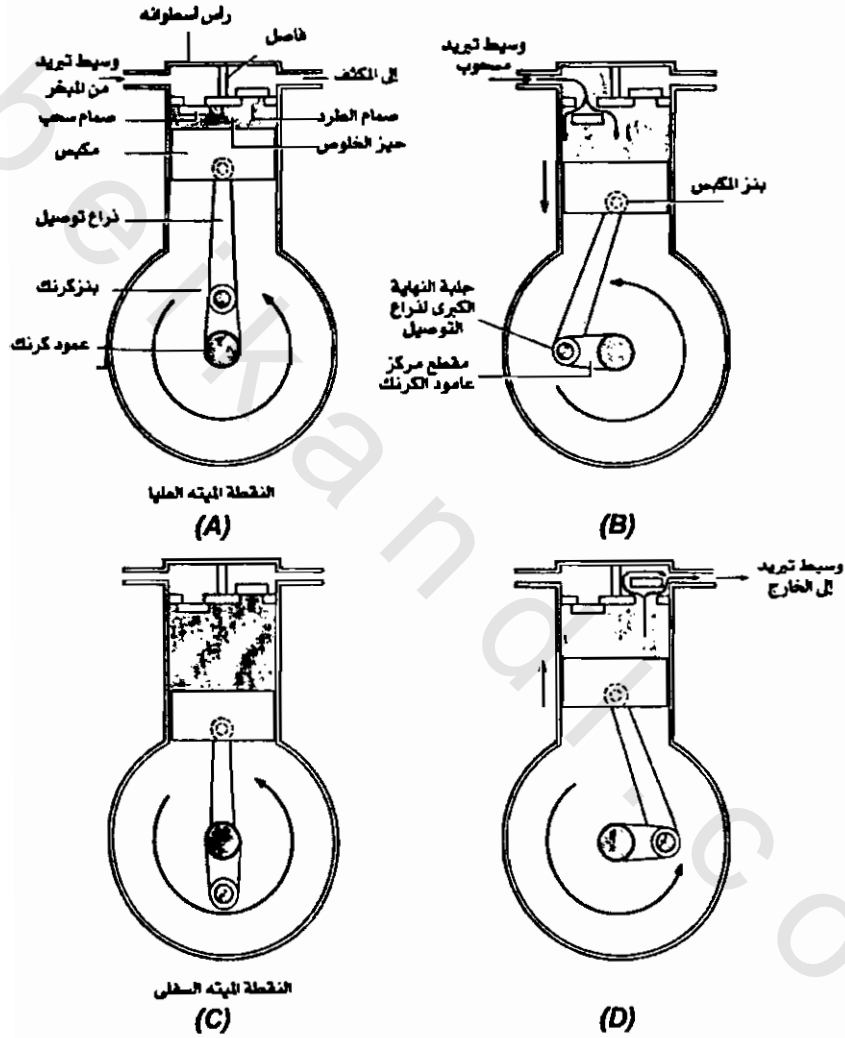
يستمر الدوران ويجذب عامود الكرنك بنز الكرنك إلى أسفل وبنز الكرنك بدوره يجذب المكبس إلى أسفل بواسطة ذراع التوصيل. وحجم الأسطوانة أعلى

obeikandi.com

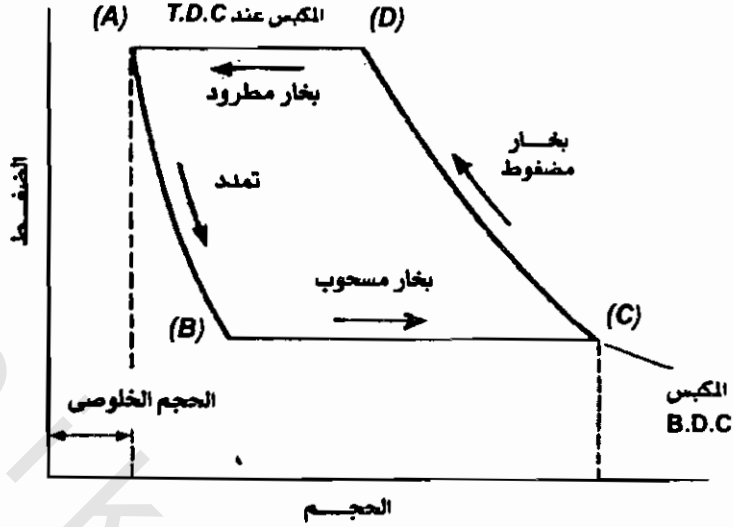
المكبس يزيد وبالتالي ينخفض الضغط. وضغط وسيط التبريد في خط السحب يكون أكبر من الضغط في الإسطوانة وهكذا يفتح صمام السحب ويسحب وسيط إلى داخل الضاغط. وفي نفس الوقت وتأثير السحب هو أن إنخفاض الضغط يغلق صمام الطرد شكل 31 – (b) . عندما يكون بنز الكرنك في وضع رأسي أسفل عامود الكرنك (والتي تعرف بالنقطة الميتة السفلى B.D.C). وحجم وسيط التبريد في الأسطوانة يكون في الحد الأقصى شكل (31 – (C) والدوران أكثر من ذلك يقلل الحجم ويضغط البخار ويدفعه من خلال صمام الطرد المفتوح إلى داخل خط الطرد شكل 31 – (d). وهذا الانضغاط يكون سريع بدرجة تكفي لشحن أديباتي والذي فيه يكون هناك إرتفاع في درجة الحرارة وحركة وسيط التبريد خلال الكمبريسور توضحها الأسهم في الشكل ووسيط التبريد لا يستطيع أن يتحرك بطريقة مباشرة من خط السحب إلى خط الطرد لأنه يوجد هناك فاصل بينهم.

وشكل (32) يوضح كارت بياني خاص بالضغط والحجم للدور كلها ومن A إلى B يتحرك المكبس إلى أسفل في الأسطوانة ويسمح للبخار الساخن المنضغط من الدورة السابقة لأن يتمدد. وعندما يتمدد البخار ينخفض الضغط الذي في الإسطوانة وضغط البخار الذي في خط السحب يفتح صمام السحب ويؤخذ البخار الجديد في الخط (من B إلى C) ، C تمثل النقطة الميتة السفلى (BDC) ومنها يتحرك المكبس إلى أعلى ويخفض الحجم في الإسطوانة ويجعل البخار تحت تأثير ضغط وبالتالي يرفع درجة الحرارة. وعندما يكون الضغط عالي بدرجة كافية (عند D) يدفع صمام الطرد للفتح

ويدفع البخار للدخول إلى خط الطرد.



شكل (31) طريقةتشغيل لضاغط هواء بسيط من النوع الترددى عندما يكون عامود الكرنك فى حالة دوران من (A-D)



شكل (32) كارت بيانى للضغط والحجم لدورة كمبريسور ترددى

- **السعة التبريدية** Refrigerating Capacity

السعة التبريدية أو سعة الضاغط هي قياس قدرة الضاغط المسببة للتبريد وتعتمد على عدد أثنين من العوامل هما كتلة وسيط التبريد المتدفق خلال الضاغط كل ثانية (معدل التدفق الكتلي) وتأثير التبريد يكون بالكيلو جول لكل كيلوجرام من وسيط التبريد. والسعة التبريدية يتم قياسها بالوات أو الكيلووات.

السعة التبريدية = معدل الدفق الكلي × التأثير التبريدي.

- ***قدرة الضاغط أو الكمبريسور** Compressor Power

قدرة الضاغط هي القدرة النظرية المطلوبة لإدارة الضاغط ويمكن تحديدها بالمعادلة الآتية:

قدرة الضاغط = السعة التبريدية الفعلية × القدرة النظرية لكل وحدة سعة تبريد.

- ***المحامل (كراسي التحميل)** Bearings

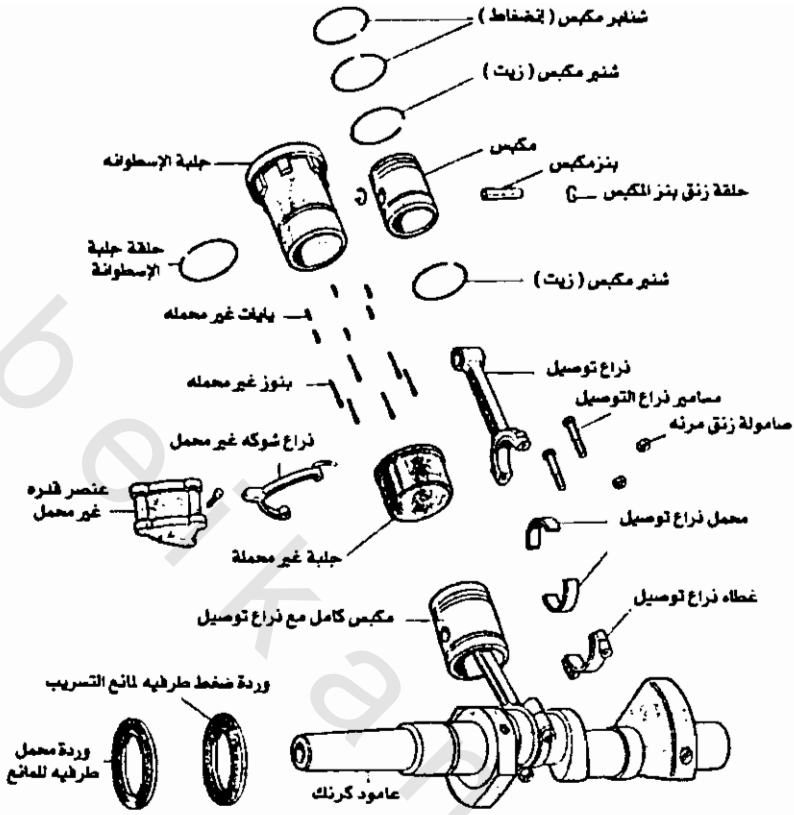
محامل الضاغط تستخدم ليس فقط على ذراع التوصيل ولكن على عامود الكرنك حيث أنها تمر من خلال غلاف الضاغط أيضاً. والمحامل تكون على شكل جلب حيث أن الجدار الخارجي يكون غالباً مصنوع من البرونز وداخل الغلاف يكون هناك تبطين بسبيكة رخوه والتي تكون فعلياً في تلامس مع عامود الكرنك الدائر أو جزء آخر متحرك. وبهذه الطريقة يتآكل المحمل بدلاً من عمود الكرنك لأن المحامل تكون هي الأرخص والأسهل في تغييرها أو إستبدالها عن أعمدة الكرنك.

وزيت التزييت يملأ الفراغات الصغيرة التي بين المحامل والأجزاء المتحركة للضاغط وتساعد في المحافظة عليها باردة والوظيفة الأخرى للزيت هي عندما يمر من خلال الفراغات فإنه يزيل الحبيبات والشوائب. وفلتر الزيت يمنع الشوائب من أن تعود إلى الداخل مرة أخرى وبسبب هذا تصبح فلاتر الزيت مسدودة. والفلاتر يلزم حلها وفحصها وتنظيفها إذا لزم الأمر ويعتبر هذا جزء من الصيانة العادية وإذا كان الزيت غير نظيف فعلياً في هذه الحالة يتم تغييره. وعندما يحدث تآكل للمحامل وشنابر الزيت تزيد الفراغات في هذه الحالة ويكون هناك هروب أكثر للزيت من الضاغط من

خلال الإسطوانة إلى داخل خط الطرد وإذا كان هناك فقد للزيت بمعدل سريع فيجب في هذه الحالة تغيير المحامل وشنبر الزيت بأخرى جديدة. وفي الضواغط الصغيرة يتم تخزين الزيت عند أسفل صندوق المرفق وعندما يدور عامود الكرنك فإنه يسبب طرطشة الزيت إلى أعلى ويكون هناك تزييت للأسطح المتحركة في الضاغط. وفي الضواغط الأكبر تكون مضخات الزيت هي التي تستخدم لتداول الزيت من خلال ممرات مثقوبة في عامود الكرنك وذراع التوصيل وجسم الضاغط.

ويجب أن تؤخذ الإحتياطات اللازمة للتأكد من أنه ليس هناك تسريب للزيت من صندوق المرفق، وأحد أنواع الموانع الذي يمنع التسريب هو حلقة الكربون والتي تكون ممسوكة على عامود الكرنك بواسطة جوان مصنوع من مادة مطاط صناعي مثل نيوبرين. ويقبض الياي على الحلقة في مواجهة لوح الغطاء. وتنشأ طبقة زيت التزييت بين السطح الدوار لحلقة الكربون ولوح الغطاء الثابت.

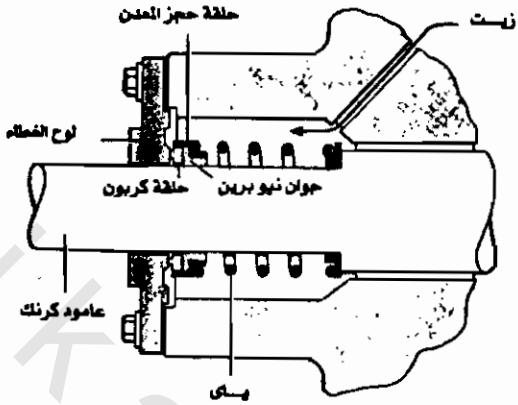
obeikandl.com



شكل (33) ضاغط ترددى مع أجزائه بالتفصيل

وهذه الطبقة تمنع البخار وزيت الفلتر من التسرب إلى الخارج وشكل (34) يوضح ذلك. وهناك عدد من الأنواع المختلفة للصمام الذي يستخدم في الضواغط. وأحد هذه الأنواع هو نوع الصمام الحلقي المستوي والذي يتكون من قرص مسطح ممسوك في مكانه بواسطة ياي مسطح وفرق الضغط بين الجانبين للغطاء يجعل الغطاء يتحرك إلى أعلى وأسفل للسماح للبخار بالمرور من خلاله. والأنواع الأخرى تشمل الصمامات القفازة التي تستخدم في الضواغط ذات السرعة البطيئة وأنواع مختلفة من

الصمام الإنشائي والذي فيه تكون هناك شرائح معدنية رقيقة تستجيب لفرق الضغط.



شكل مانع تسريب صندوق المرفق ومكون من حلقة كربونية ممسوكة بواسطة جوان

- **الضواغط المتعددة الإسطوانة** Multi-cylinder compressors

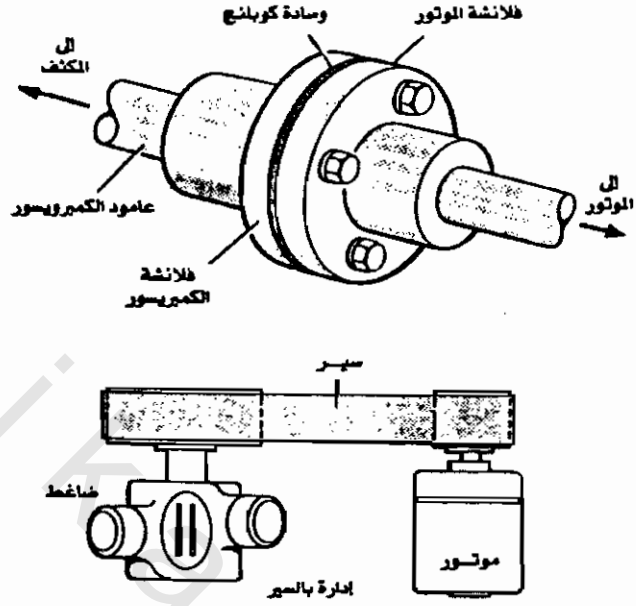
الضواغط الترددية الصغيرة يكون لها مجرد إسطوانة واحدة ولكن الضواغط الكبيرة التي تستخدم في التجهيزات الصناعية يمكن أن يكون لها العديد من الإسطوانات وستة عشر على سبيل المثال.

والقدرة الكهربائية المطلوبة لإدارة الضاغط يمكن أن تتراوح من 100 وات إلى العديد من الكيلووات. وبالرغم من أن الموتورات الكهربائية تستخدم عادة لإدارة

الضواغط وعملياً أي آلة مثل محرك البنزين أو الديزل التي تسبب الدوران يمكن أن تستخدم. وفي الحالات التي لا يكون فيها مصدر لإمداد الكهرباء فإن هذه المحركات تستخدم أحياناً.

- **الضواغط المفتوحة** Open Compressors

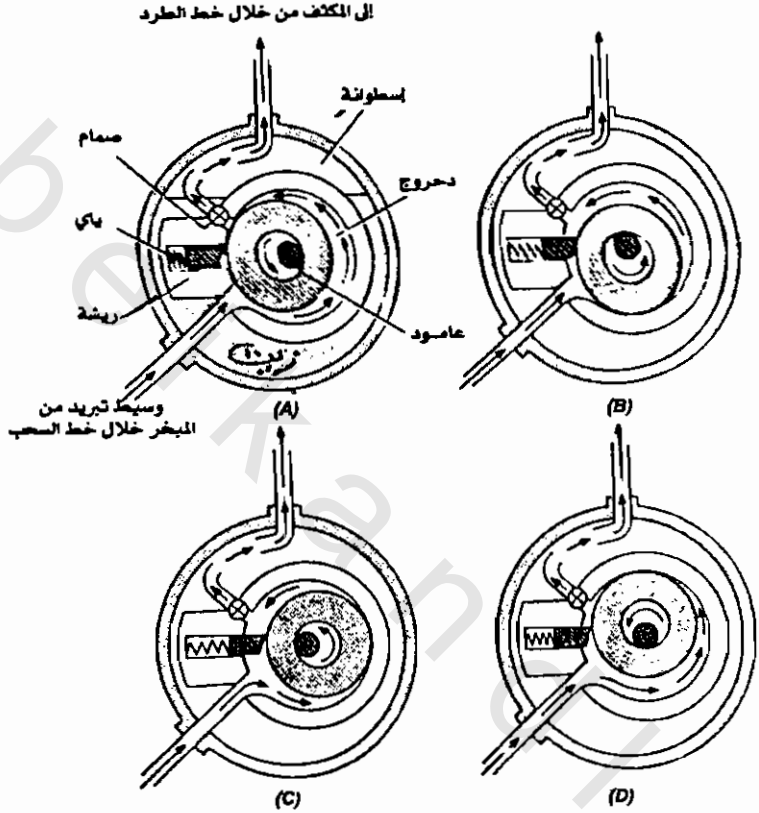
الموتورات الكهربائية والضواغط يمكن توريدها كوحدتين منفصلتين والتي يجب توصيلها معاً بطريقة ما أو يمكن أن تكون جزء من وحدة موتور وضاغط كاملة . وإذا تم توريدهم كوحدات منفصلة بعد ذلك يتم توصيل عامود كرنك الضاغط والعامود الدوار للموتور بحيث أن الموتور الكهربائي يمكن أن يدير الضاغط. وهناك وسيلة واحدة لإتمام هذا بواسطة سير إدارة كما هو موضح في شكل (35). وهناك طريقة أخرى وهو ربط العمودين مع بعضهما بنظام إدارة مباشرة. وتوجد في الكوبلنج لإمتصاص الصدمة الناتجة من ضخ الكمبريسور.



شكل (35) توصيل الكمبريسور بالموتور الخاص به

والكمبريسور والموتور الكهربي معاً ومع المكثف وخط الطرد يكون غالباً توريدهم كوحده منفردة تعرف بوحدة التكثيف.

وهذه الوحدات يمكن تبريدها إما بالهواء أو بالماء وفي النوع الذي يبرد بالهواء نجد أن الموتور الكهربائي يدير مروحة لتبريد المكثف.



شكل (36) كمبريسور المكبس الدوار

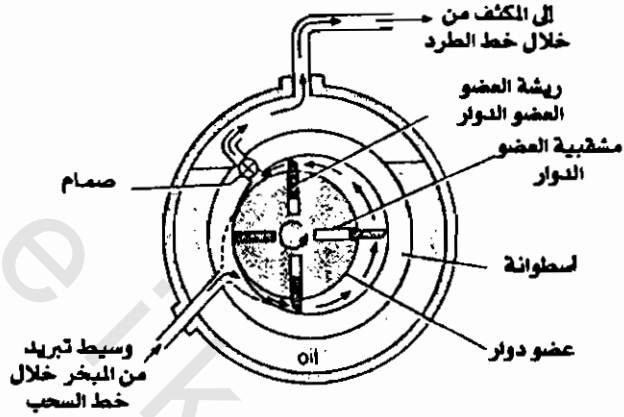
- ***الضواغط الدواره** Rotary Compressors

أحد أنواع الضواغط الدواره يتكون من مكبس دوار أو دحروج ويكون مثبت بالعامود الدوار. وهي الطريقة التي فيها الدحروج والعامود يكونا مثبتين والتي تجعل الضاغط يكون قادر على ضخ وسيط التبريد. وبدلاً من أن يكون العامود مثبت في

مركز الدحروج يتم تثبيته على أحد الجوانب. وهذا يسمى تثبيت لا تمركزي وعندما يدور الدحروج داخل الإسطوانة فإنه يغير الضغط وبهذه الطريقة يتم سحب وسيط التبريد من خلال ماسورة عند القاع ثم يتم دفعه إلى الخارج من خلال فتحة عند القمة. وهناك ريشة محملة بياي تدفع في مواجهة الدحروج للتأكيد على أنها تتلامس مع الإسطوانة طول الوقت حولها. شكل (37) يوضح ذلك.

والماسورة القادمة من أعلى الإسطوانة تبرز أعلى مستوى الزيت في الغلاف والضغط العالي والبخار ذات درجة الحرارة العالية تملأ الحيز الذي أعلى الزيت والصمام يمنع بخار الضغط العالي من الدخول إلى خط السحب وجزء الضغط المنخفض في الدائرة والبخار يغادر الكمبريسور من خلال ماسورة أعلى الغلاف ثم يدخل بعد ذلك إلى خط الطرد.

وهناك نوع آخر للضاغط الدوار هو طراز الريشة الدواره وضواغط الريشه أو الزعنفة الدوارة لها ريش محملة بياي عند أربعة نقاط أو أكثر حول العامود المعدني الدوار الذي يعرف بالعضو الدوار. والعضو الدوار يكون مرة أخرى موقعه لا تمركزياً. وتدفع الايات الزعانف بثبات في مواجهة ما بداخل الإسطوانة وعندما يدور العضو الدوار قبل الماسورة القادمة من خط السحب نجد أن حجم بخار وسيط التبريد المحصور بين الريش يزيد ويسبب إنخفاض في الضغط. ولذلك يكون هناك بخار أكثر يتم سحبه إلى الداخل من خلال جزء السحب شكل (37).



شكل (37) كمبريسور ذات ريشة دواره

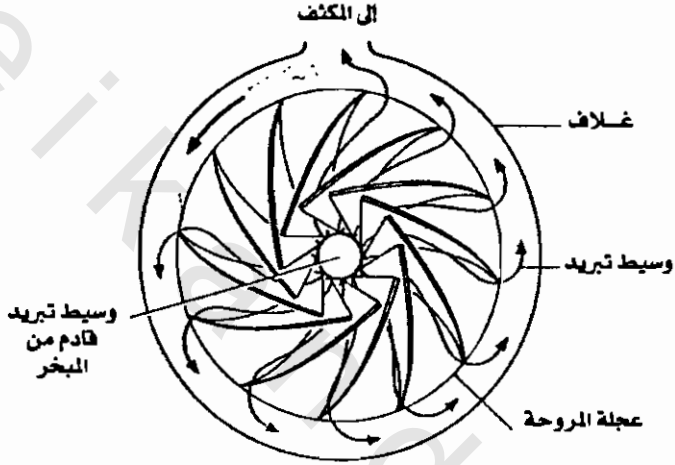
والوقت الذي يتم فيه طرد البخار يكون الحجم صغير ودرجة الحرارة والضغط يكونا في حالة إرتفاع. والضغط العالي يدفع البخار إلى داخل الحيز أعلى الزيت ومن هناك يدخل إلى خط الطرد وكما يحدث في الكمبريسور طراز المكبس الدوار يمنع الصمام بخار الضغط العالي من الدخول إلى جانب الضغط المنخفض.

- ***الضواغط الطاردة المركزية** Centrifugal Compressors

ضواغط الطرد المركزي تتكون من مجموعات من الريش المثبتة على العجلة التي هي مصممه لتدور وهي معروفه بالعجلة المروحية. ويدخل وسيط التبريد بالقرب من

مركز العجلة والقوة التي في الإتجاه إلى الخارج وتعرف بالقوة الطاردة المركزية المبذولة بواسطة الريش الدوارة التي تدفع البخار في الإتجاه إلى الخارج إلى إطار العجلة ومن هناك إلى المكثف شكل (38).

وفي الوقت الذي يصل فيه البخار إلى الإطار فإن درجة حرارته والضغط سيزيد.



شكل (38) ضاغط طرد مركزى

- **تلوث وسيط التبريد** Refrigerant Contamination

يجب تزليق الضواغط بحيث أن الأجزاء المتحركة مثل عامود الكرنك وذراع التوصيل تستطيع أن تتحرك بحرية. وبدون زيت التزييت فإن الإحتكاك الذي يتم بين

الأجزاء المتحركة سيتسبب في سخونتها وتتمدد وأخيراً يحدث التصاق. ووسيط التبريد الذي في شكل بخار يمر من خلال الكمبريسور من أجل تحريكه على المكثف، وعندما يتم هذا فإن بعض البخار سوف يتم تسييله ويختلط بالزيت عند أسفل صندوق المرفق.

- **ملخص ما سبق شرحه في الكمبريسورات:**

(1) الضواغط الترددية لها مكبس يتحرك إلى أعلى وأسفل داخل الإسطوانة.

(2) سعة التبريد هي قياس قدرة الكمبريسور في إحداث التبريد وهي = معدل التدفق × التأثير التبريدي.

(3) الكفاءة الحجمية الكلية هي قياس الحجم الفعلي للبخار القادم إلى داخل الإسطوانة بالنسبة لإزاحة المكبس.

(4) السعة التبريدية الفعلية = السعة التبريدية النظرية × الكفاءة الحجمية الكلية، وهي نسبة مئوية.

(5) نسبة الإنضغاط هي نسبة ضغط الطرد المطلق إلى ضغط السحب المطلق.

(6) قدرة الكمبريسور = السعة التبريدية الفعلية × القدرة النظرية لكل وحدة من السعة التبريدية.

(7) الكمبريسورات الترددية الأكبر لها شنابر كبس وشنبر زيت.

obeikandl.com

(8) الموتورات الكهربائية يتم تبريدها بواسطة الريش والمروحة أو بالبخار البارد.

(9) ضاغط المكبس الدوار يتكون من المكبس الدوار الذي يكون مثبت مع العامود الدوار.

(10) كمبريسور الريشة الدواره له عدد أربعه ريشه محمله بياي على العضو الدوار.

(11) في الضواغط الطارده المركزية يتم قذف وسيط التبريد في الاتجاه إلى الخارج بواسطة الريش الدواره التي على عجلة المروحة.

(12) وسيط التبريد الذي يمر من خلال الكمبريسورات يمكن أن يدخل إلى الزيت ثم يحمله معه بعد ذلك إلى الدائرة.

(13) الصمام الغير رجاع هو صمام له إتجاه واحد للتغلب على مشكلة إزباد الزيت.

obeikandl.com