انظمة الدوائر الهيدروليكية وكراسى التحميل فى منظومة صيانة توربينات الرياح

اعداد : مهندس / السيد منصور

(هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة)

بكالوريوس هندسة القوى والآلات الكهربية- كلية الهندسة- جامعة الاسكندرية ١٩٩١.

بسم الله الرحمن الرحيم

((وَهُوَ الَّذِي يُرْسِلُ الرِّيَاحَ بُشْرًا بَيْنَ يَدَيْ رَحْمَتِهِ حَتَّى إِذَا أَقَلَّتْ سَحَابًا ثِقَالًا سُقْنَاهُ لِبَلَدٍ مَيِّتٍ فَأَنْزَلْنَا بِهِ الْمَاءَ فَأَخْرَجْنَا بِهِ مِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ كَذَلِكَ نُخْرِجُ الْمَوْتَى لَعَلَّكُمْ تَذَكَّرُونَ)) صدق الله العظيم.

سورة الأعراف- الأية ٥٧

البيانات الشخصية

Web Site : NREA.org.eg

E-mail : sayedmansour_1960@yahoo.com

Linkedin Account : linkedin.com/in/sayed-mansour-b6b02496

Tel. No. : 01009402423

اهداء الى :

أمـي الحبيبـة وابـى الحنـون وزوجتـى وأبنـائى .. والفضـل كـل الفضـل إلى المرحومـة المهندسـة ليلـى صـالح رئـيس قطـاع الدراسـات بهيئـة الطاقـة سـابقا والمرحـوم الشـيخ عبـد المقصـود فليفـل بقريـة بنـوفر التابعـة لمدينـة كفـر الزيـات ومعلمـى واسـتاذى المرحـوم خالـد محمـد خالـد بمدرسـة بنـوفر الابتدائيـة والاستاذ سيد مختار بذات المدرسة فى فترة السبعينات.

اللـهم ان كـان فـى هـذا العمـل المتواضـع النفـع والفائـدة لكـل مـن يبحـث عـن ضـالته فاللـهم اجعـل هذا الثواب فى ميزان حسنات من ربانى وعلمنى وساعدنى على اتمام هذا العمل المتواضع.

الفقير الى الله :

السيد منصور- الغردقة فى ٢٠١٨/١٠/٢٠

مقدمـة

استغلّ الإنسان منذ القدم طاقة الرياح في العديد من المجالات، فمن أشهر الاستخدامات القديمة لطاقة الرياح هي دفع السفن الشراعية وطحن الحبوب عن طريق طواحين الهواء والتي كان يتمّ تحويلها إلى طاقةٍ ميكانيكيةٍ لتدوير الطواحين، ومضخّات الرياح التي كانت تستعمل لضخ المياه أيضاً.

أمّا بعد اكتشاف الاستخدامات المتعدة للوقود الأحفوري واكتشاف المضارّ المترتبة عليه، وخوفاً من نضوبه أيضاً، فإنّ العالم أصبح مهتمّاً بطاقة الرياح بشكلٍ أكبر من قبل وذلك لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام طاقة الرياح، فيتمّ توليد الكهرباء من الرياح باستخدام التوربينات، فكانت أولّ مرةٍ يتمّ فيها تحويل طاقة الرياح إلى طاقةٍ كهربائيةٍ في اسكتلندا في عام ١٨٨٧م ، إلّا أنّ هذا الاختراع لم ينجح حينها لتكلفته العالية، ولكن قام العلماء بعدها بالتطوير بشكلٍ مستمر على الوسائل المختلفة لاستغلال طاقة الرياح حتى أضحت الرياح المولدة من التوربينات والتي توجد بأشكال وأحجام مختلفة بناءً على الغرض منها تكفي لتوليد الكهرباء لمدنٍ بأكملها، ويتمّ تركيب توربينات الرياح في المناطق التي تتمتع بسرعات رياح عالية كما هو الحال فى المناطق الريفية والمناطق الساحلية كما فى منطقة خليج السويس بمصر، ويوجد عددٌ كبير من مزارع الرياح في مختلف انحاء العالم والتي تولد آلافاً من الميجا واط كما في الصين والولايات المتّحدة الأمريكية والمانيا والدنمارك واسبانيا.

واصبحت طاقة الرياح تمثل نسبة كبيرة قد تصل الى ربع انتاج المحطات التقليدية مجتمعة كما هو الحال فى الولايات المتحدة وألمانيا والصين والدنمارك واسبانيا.

الفهرس

المحتويات	رقم الصفحة
الفهرس	٦
التعاريف والمصطلحات الفنية.	٨-٧
معلومات السلامة والصحة المهنية.	١١-٩
المعارف النظرية :	١٢
الأعطال الميكانيكية (أسبابها - كيفية اكتشافها وإصلاحها).	١٢
- أولا :أسباب الأعطال:	١٢
- ثانيا: كيفية اكتشاف الأعطال:	١٢
- أعطال كراسي المحاور (كراسي التحميل):	١٤
- أسباب الأعطال في كراسي التحميل.	١٦
- أسباب تآكل الأجزاء وطرق تلافيها.	١٨
- المخاطر الميكانيكية وطرق الوقاية منها.	٢٠
- أعطال الدوائر الهيدروليكية وطرق التصحيح:	٢٥
- وصف بناء دائرة هيدروليكية بسيطة.	٢٦
- طريقة عمل الدائرة الهيدروليكية البسيطة.	٣٥
- المضخات والمحركات الهيدروليكية.	٣٨
- الصمامات.	٤٥
- الاسطوانات الهيدروليكية.	٥٥
- الأنظمة الهيدروليكية:	٦٣
- اكتشاف أعطال الدوائر الهيدروليكية وإعادة التجميع:	٧٢
- أعطال المجموعات الهيدروليكية وصيانتها:	٧٨
- تجديد مضخات المجموعات الهيدروليكية.	٨٣
- أشكال تآكل بعض أجزاء المنظومة الهيدروليكية.	٩٠
- أساسيات تشخيص الأعطال.	١٠٣
- أدوات ومعدات التنظيف.	١٠٧
- المخاطر المصاحبة لعملية الصيانة.	١٠٩-١٠٨
- إجراءات توفير الخامات وقطع الغيار المطلوبة.	١١٤-١١٠
- الإجراءات الصحيحة للتخلص من المخلفات الناتجة عن عملية الصيانة التوربينات.	١١٥-١١٤
- التطبيقات العملية.	١٢٤-١١٦
- كراسي التحميل (المحاور)- نظرية العمل وطرق الصيانة:	١٣١-١٢٥
- صيانة كراسي التحميل.	١٣٢
- فحص كراسي التحميل.	١٣٧
- طرق تركيب كراسي التحميل.	١٣٨
- طرق صيانة كراسي التحميل.	١٤١
- أعطال كراسي التحميل وحلولها.	١٤٣
- التطبيقات العملية.	١٤٦-١٤٤
- المراجع	١٤٧

انظمة الدوائر الهيدروليكية فى منظومة توربينات الرياح

الهدف من الدراسة :

إكتساب الخبرات اللازمة والمعارف النظرية فى انظمة الدوائر الهيدروليكية ونظرية عملها ضمن منظومة توربينات الرياح حتى نتمكن من اصلاح الاعطال بتوربينات الرياح باستعمال الأدوات والعدد المناسبة طبقاً للمواصفات والتعليمات وبطريقة صحيحة وآمنة وفى الوقت المحدد.

التعاريف والمصطلحات الفنية :

- **الناسيل:** هي العضو الذي يحتوى على معظم مكونات التوربينة مثل المولد وصندوق التروس والعضو الدوار(الصرة والريش).
- **التشحيم والتزييت:** هو إضافة زيت وشحم للأجزاء الدوارة بغرض خلق وسط سائلي يخفف من خطورة الاحتكاك وتقليل من درجة الحرارة المولدة بالاحتكاك كما أنه يحمى من تعرض تلك الأجزاء للتآكل نتيجة تكون الصدأ ويعتبر التزييت مفتاحا لإطالة عمر كراسى التحميل وأداؤها بشكل مناسب.
- **الحمل:** يعرف الحمل على أنه الطاقة التي يجب على الآلات الكهربية أو الميكانيكية دعمها وعندما تكون الأجهزة تعمل يعتبر الحمل حملا ديناميكيا أما في فترة التراخي عندما تتوقف الآلة تنتج حالة الحمل الساكن.
- **الاحتكاك:**يعرف الاحتكاك على أنه مقاومة الحركة بين سطحين متلامسين ونوعا الاحتكاك المتواجدين بين سطحين متحركين هما الاحتكاك الدوراني والانزلاقي فالاحتكاك الدوراني ينشأ عندما يتدحرج جسم ما على أو داخل جسم آخر أما الاحتكاك الانزلاقي فينشأ عندما ينزلق جسم على آخر وكراسي التحميل المقاومة للاحتكاك صممت اعتمادا على حقيقة أن الاحتكاك الدوراني اقل بكثير من الاحتكاك الانزلاقي تحت نفس ظروف الحمل.
- **مزارع الرياح:** هي مجموعة من توربينات الرياح المتواجدة في مكان واحد يتم توصيلها سويا لتوليد الطاقة الكهربية التي تنقل عبر خطوط النقل والتوزيع للمستهلكين.
- **حاوية الأجزاء الدوارة (الناسيل):** وهى الجزء الذي يحتوى على معظم مكونات التوربينة مثل المولد وصندوق التروس ويركب أعلى البرج وتصنع من الحديد الصلب.
- **الشفرات:** تعرف الشفرات بأنها الريش الخاصة بالتوربينة والتي تستخلص الطاقة الميكانيكية من الرياح لتحويلها إلى صورة أخرى من صور الطاقة، كالطاقة الكهربية والطاقة الميكانيكية وتصنع الشفرات عادة من مادة خفيفة الوزن كمادة الفيبر جلاس والخشب ومادة الكربون.

- **التناسب الطردى:** إذا كانت هناك علاقة بين عنصرين ووجد أنه عند زيادة أحدهما يزداد العنصر الثاني فإن هذه العلاقة تعرف بالتناسب الطردى.
- **التناسب العكسي:** أما إذا زادت قيمة أحد العنصرين ووجد أن العنصر الثاني يتناقص فإن هذه العلاقة تعرف بالتناسب العكسي.

معلومات السلامة والصحة المهنية:

- تعرف السلامة والصحة المهنية بأنها العلم الذي يهتم بالحفاظ على سلامة وصحة الإنسان ، وذلك بتوفير بيئات عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية ، أو بعبارة أخرى هي مجموعة من الإجراءات والقواعد والنظم في إطار تشريعي تهدف إلى الحفاظ على الإنسان من خطر الإصابة والحفاظ على الممتلكات من خطر التلف والضياع.

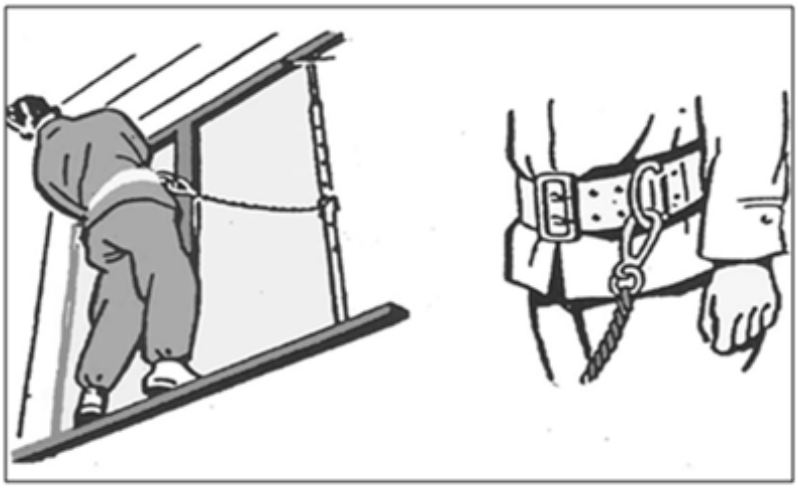
- تطبيق لوائح وأنظمة السلامة بالموقع لإلزام العاملين على استخدام مهمات الوقاية الشخصية وتنظيم برامج التوعية لهم لتوضيح فوائدها في تجنب وقوع الإصابات لهم بجانب عمليات الفحص والصيانة والنظافة المستمرة لهذه المهمات.

أثناء تواجدك في موقع العمل يجب عليك ما يلي:

- الالتزام بارتداء ملابس ومهمات السلامة والوقاية مثل الخوذة والنظارة الواقية والحذاء الواقي والأحذية العازلة للتيار الكهربائي والقفاز والسترة وحزام الأمان كما بالشكل رقم (١) .

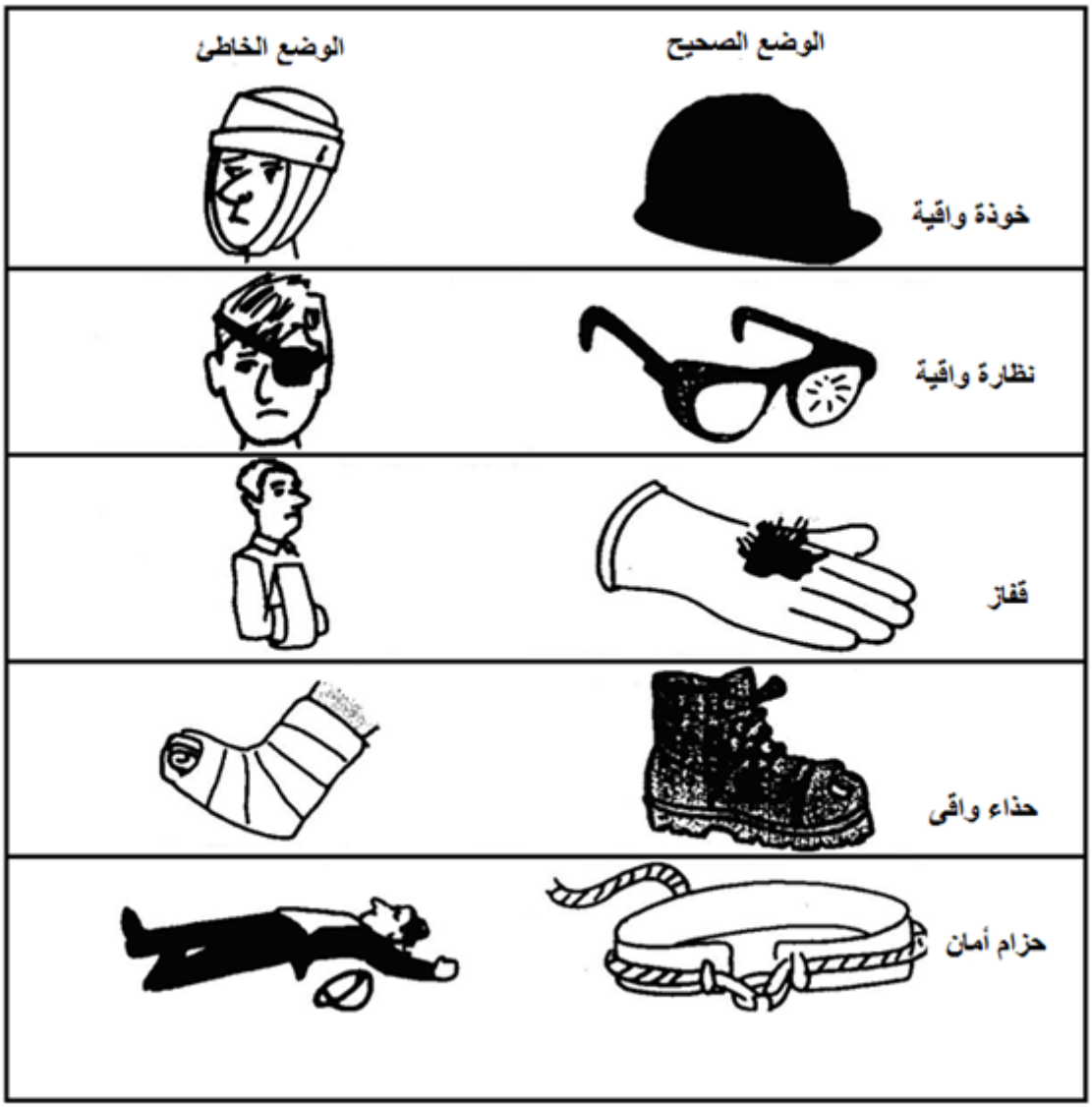
الشكل رقم (١) :مهمات السلامة والوقاية

- تستخدم أحزمة الأمان لوقاية العاملين من مخاطر السقوط من أماكن مرتفعة عند الصعود إلى أعلى التوربينة ويتم تزويد هذه الأحزمة بوسيلة تثبيت بجسم العامل ووسيلة تثبيت أخرى يتم توصيلها بجسم ثابت بمكان العمل كما هو موضح بالشكل رقم (٢).



الشكل رقم (٢): حزام الأمان

- الحرص على تنظيم وترتيب العدد والأدوات بعد انتهاء العمل.
- المداومة على المحافظةعلى نظافة الورشة وموقع العمل ونشر الملصقات الخاصة بالسلامة والصحة المهنية في أماكن واضحة بالورشة ومكاتب العاملين كما بالشكل رقم (٣).



الشكل (٣): ملصقات السلامة والوقاية

لحماية القائمين بالصيانة والتركيبات الميكانيكية يجب:

- الالتزام بارتداء ملابس ومهمات السلامة والوقاية مثل الخوذة والنظارة الواقية والحذاء الواقي والأحذية العازلة للتيار الكهربائي والقفاز والملابس الواقية وحزام الأمان كما بالشكل رقم (١) وتستخدم أحزمة الأمان لوقاية العاملين من مخاطر السقوط من أماكن مرتفعة عند الصعود إلى أعلى التوربينة ويتم تزويد هذه الأحزمة بوسيلة تثبيت بجسم العامل ووسيلة تثبيت أخرى يتم توصيلها بجسم ثابت بمكان العمل.
- الحرص على تنظيم وترتيب العدد والأدوات بعد انتهاء العمل.
- المداومة على المحافظة على نظافة الورشة وموقع العمل.
- المحافظة دائما على ملصقات الصحة والوقاية الملصقة بالورشة والمكاتب.

الاعطال الميكانيكية - الأسباب وكيفية الاصلاح

المعارف النظرية اللازمة:

← الأعطال الميكانيكية (أسبابها - كيفية اكتشافها وإصلاحها).

أولا :أسباب الأعطال:

- التآكل الطبيعي ويعرف بأنه التغير الطبيعي التدريجي في الأبعاد والشكل أو الموصفات الفنية للسطح المعرض للتشغيل نتيجة التشغيل العادي ويحدث ذلك للأجزاء المعرضة للاحتكاك مثل تيل فرامل السيارات- التروس- الجلب والأعمدة والسيور ويكون التآكل منتظم بشرط الاستخدام الصحيح والصيانة المستمرة.
- تآكل نتيجة الصدأ أو الأحماض ولتقليل ذلك يجب استخدام المواد المناسبة مع إجراء المعاملة الحرارية المناسبة والتشطيب الجيد للسطوح والتجميع السليم ودقة الخلوصات مع إجراء أعمال الصيانة باستخدام سوائل التزييت المناسبة لمنع حدوث الصدأ مع المحافظة على المستويات للسوائل والزيوت طبقا لتعليمات التشغيل والصيانة التي أوصى بها مصنع الماكينة والموضحة بكتالوجات الماكينة من حيث التشغيل والصيانة والأمان.
- عدم اتزان الأجزاء المتحركة والدوارة والتي تؤدى إلى اهتزازات شديدة تؤثر على الماكينة مع حدوث أصوات اصطدامات اهتزازية عالية وزيادة التآكل وتلف كراسي التحميل بسبب زيادة القوة الطاردة المركزية الناتجة عن الدوران السريع.
- خلل في الخلو صات وعدم توافقها يؤدى لزيادة الاحتكاك والتآكل وحدوث الأصوات الغير طبيعية.
- عدم تنفيذ الصيانة والإصلاح في توقيتاتها المناسبة.
- استخدام قطع الغيار مطابقة للموصفات الفنية.
- إهمال التنظيف والغسيل يتسبب في الأداء الخشن للأجزاء الميكانيكية ويعمل على زيادة التآكل ويؤثر على كفاءة الزيوت والشحوم وسوائل التبريد.
- عدم التربيط بالعزوم المحددة يتسبب في الأداء وصدور أصوات وكسر الأجزاء وعدم دقة الخلو صات طبقا للمواصفات.
- عدم إجراء عمليات الضبط يتسبب في انخفاض كفاءة الأداء ويعرض الأجزاء للتآكل أو التعطيل.

ثانيا: كيفية اكتشاف الأعطال:

- **دلائل حدوث العطل للآلة أو المعدة :**
  - انخفاض الإنتاجية.
  - زيادة نسبة المنتجات ذات الجودة المنخفضة.
  - ارتفاع درجة الحرارة.
  - صعوبة التشغيل والتحميل.

- اهتزازات غير عادية.
- كسر أو تآكل سريع لعدد القطع.
- كثرة التوقف أثناء التشغيل.
- تكرار الأعطال وحدوث الأعطال على فترات متقاربة.

- **مظاهر العطل في الأجزاء أو المجموعات:**

- يظهر في الجزء المسبب للعطل حف أو خلع أو شروخ أو تسلخات.
- زيادة الخلوصات (وجود بوش كبير).
- صدور أصوات غير عادية أو اهتزازات.
- انحناء أو انبعاج أو التواءات في الأجزاء الدوارة كالأعمدة.

ثالثا: احتياطات هامة يجب إتباعها أثناء الإصلاح وإجراء عمليات الصيانة والتشغيل:

- إتباع الأسلوب العلمي المناسب في عملية الفك والتركيب.
- إتباع الإرشادات والتعليمات الفنية بكتالوجات الصيانة والتشغيل.
- ضرورة تربيط المسامير طبقا لعزوم الرباط الموصى بها.
- دقة الخلوصات طبقا للمواصفات القاسية.
- اتزان الأجزاء وعدم السماح بوجود رفه أو التواءات بالأجزاء الدوارة.
- التركيب والتثبيت الصحيح للماكينة على قواعدها.
- مراعاة تعليمات التشغيل والاستخدام الصحيح طبقا للغرض المخصص.
- تدريب الفنيين على معدتهم وتفهم مبادئ الصيانة والتشغيل.
- استخدام قطع الغيار الأصلية والمطابقة للمواصفات الفنية القياسية.
- تنفيذ مخطط الصيانة بأنواعها المختلفة طبقا لما هو محدد بالكتالوج.

- **دور الصيانة التنبؤية في اكتشاف الأعطال:**

الصيانة التنبؤية تكشف عيوب مؤثرة قبل أن تصل الأعطال الميكانيكية لمرحلة الخطر وبالتالي تكون الفرصة أكبر للتعامل مع المشكلة والتنبؤ بحدوثها قبل وقوعها ومنها:

- تلافي أي توقف فجائي للماكينات المختلفة.
- تنظيم عملية التخطيط للصيانة وترتيب وقفات الصيانة بما يتماشى مع حالة الماكينة.
- تقييم حالة الماكينة في كل الحالات والظروف.
- الحفاظ على الماكينة وتلافي التبعات الخطيرة للأعطال فأي انهيار لجزء من أجزاء الماكينة قد يؤدي لانهيار جزء أكبر فتلافي المشكلة في بدايتها أفضل طريقة لعدم تفاقمها.

رابعا: الأعطال وأسبابها وكيفية إصلاحها:

- **نوع العطل أسبابه كيفية الإصلاح:**

- ارتفاع درجة الحرارة واحتياج المعدة لإجراء عمرة رئسيه أو متوسطة: يتم إجراء العمرة أو الإصلاح.
- انخفاض مستوى الزيت أو عدم مطابقته للموصفات: استكمال المستويات أو استبداله.
- عيب في نظام أو دورة التبريد يتم مراجعة دورة التبريد .
- حدوث رفه بأحد الأعمدة إثناء الدوران، يتم تغير الأجزاء التالفة .
- عدم دقة الخلوصات، يتم مراجعة الخلوصات وضبطها .
- صدور أصوات واهتزازات زيادة الخلوصات بين الأجزاء المزدوجة يتم ضبط الخلوصات .
- انخفاض مستوى الزيت أو عدم مطابقته للموصفات، يتم ضبط المستوي أو استبدال الزيت .
- فك المسامير أو تآكل قواعد تحميل الماكينة ، يتم إعادة رباط المسامير أو استبدال قواعد التحميل .
- تلف بعض الأجزاء مثل البلى والجلب أو تآكل التروس أو وجود رفة بأحد الأعمدة يتم الكشف على كل هذه الأجزاء واستبدال التالف منها وجود رايش أو رمل ، يتم التنظيف وإزالة الرايش والرمل .
- وجود تسريب للزيوت أو سوائل التبريد وجود شروخ أو عدم إحكام رباط الوصلات يتم الكشف على الشروخ ومعالجتها وإحكام رباط الوصلات .
- تلف موانع التسريب (الاويل سيل) والجوانات يتم الكشف واستبدال التالف.
- انسداد في فلاتر التهوية نتيجة عدم تنظيفها وللإصلاح، يتم تنظيفها.

- **أعطال كراسي المحاور (كراسى التحميل):**

استخدمت كراسي المحاور على نطاق واسع في الماكينات ذات السرعات العالية والأحمال الخفيفة وذلك لخصائص الاتزان المحسنة لها عند مقارنتها بكراسي المحاور التقليدية وتعتبر خصائص الاتزان المحسنة في غاية الأهمية في حالة الدوران المركزي للعمود داخل كرسي التحميل وذلك لأن المجارى تستطيع منع عدم الاتزان التدويمى (ينتشر على دوامات) الشائع في كثير من كراسي المحاور ذات الفعل الذاتي وقد قام العديد من الباحثين بدراسة الخصائص الاستاتيكية والديناميكية وكراسي الدفع المخدّدة وقد أوضحت النتائج أن خصائص الاتزان لهذا النوع من كراسي المحاور أفضل من كراسي المحاور التقليدية وتركزت كل هذه الأبحاث حول المجاري المستطيلة والدائرية ومن اجل تحسين خصائص الأداء الخلوص القطري لكراسي المحاور تنتج كراسي المحاور بخلوص قطري وذلك لتغطية متطلبات التركيب وظروف التشغيل أما بالنسبة لكراسي المحاور الاسطوانية فيترك سماح صغير لضمان أداء جيد ومناسب في السرعات العالية.

- **صيانة كراسي المحاور:**

احتياطات هامة يجب إتباعها أثناء الإصلاح وإجراء عمليات الصيانة:

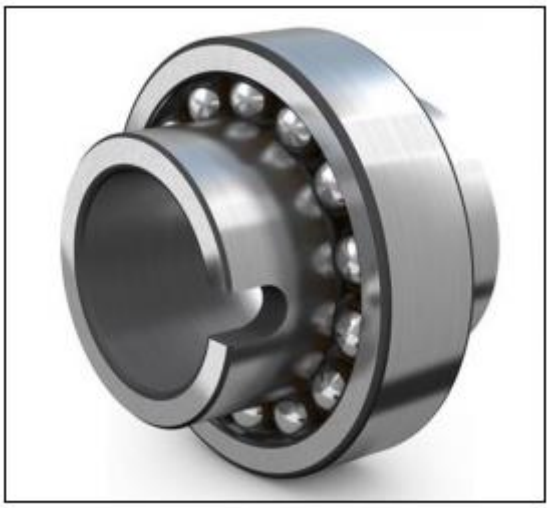
- إتباع الأسلوب العلمي المناسب في عملية الفك والتركيب.
- إتباع الإرشادات والتعليمات الفنية بكتالوجات الصيانة والتشغيل.

- ضرورة تربيط المسامير طبقا لعزوم الرباط الموصى بها.
- دقة الخلوصات طبقا للمواصفات القياسية.
- اتزان الأجزاء وعدم السماح بوجود رفة أو إلتواءات بالأجزاء الدوارة.
- التركيب والتثبيت الصحيح للماكينة على قواعدها.
- مراعاة تعليمات التشغيل والاستخدام الصحيح طبقا للغرض المخصص.
- استخدام قطع الغيار الأصلية والمطابقة للمواصفات الفنية القياسية.
- تنفيذ مخطط الصيانة بأنواعها المختلفة طبقاً لما هو محدد بالكتالوج.

- **كيفية اكتشاف الأعطال نتيجة تلف كراسي التحميل:**

دلائل حدوث العطل :

- انخفاض إنتاج التوربينة.
- ارتفاع درجة الحرارة لصندوق التروس والمولد.
- اهتزازات شديدة أثناء التشغيل.
- كسر أو تآكل سريع لمعظم مكونات التوربينة.
- كثرة التوقف أثناء التشغيل وتكرار الأعطال وحدوثها على فترات متقاربة والشكل رقم (٤) يبين كرسي التحميل.



الشكل رقم (٤) : كرسى التحميل

- **الأعطال وأسبابها وكيفية إصلاحها في كراسي التحميل (البلى):**

أسباب الأعطال في كراسي التحميل:

- التآكل الطبيعي ويعرف بأنه التغير الطبيعي التدريجي الذي يطرأ في الأبعاد والشكل أو الموصفات الفنية لكراسي التحميل.
- التآكل نتيجة الصدأ أو الاحتكاك الشديد.
- عدم اتزان الأجزاء الدوارة والتي تؤدى إلى اهتزازات شديدة تؤثر على كراسي التحميل.
- خلل في الخلوصات وعدم توافقها يؤدى لزيادة الاحتكاك والتآكل وحدوث الأصوات غير الطبيعية.
- إهمال التنظيف والتشحيم يتسبب في الأداء الخشن لكراسي التحميل.

أسباب أعطال الدوائر الهيدروليكية:

- **تذبذب خرج المضخة:**

ويرجع ذلك إلى عدم انتظام خرج المضخة بسبب انسداد فلتر الترشيح فيتم البحث عن السبب وإصلاحه.

- **وجود هواء بالدورة.**

يرجع ذلك إلى تسرب الهواء في دورة السحب لعدم إحكام الربط بين الوصلات وبعضها ويستدل على ذلك بوجود فقاعات هوائية في مسار الزيت فيتم سحب الهواء من الدورة ثم إحكام رباط الوصلات.

- **ارتفاع درجة حرارة الزيت الهيدروليكي.**

قد يكون السبب في ذلك زيادة لزوجة الزيت عن المطلوب أو وجود عوائق في المسار أو عدم كفاءة التبريد فنبحث عن السبب في ذلك ونصلحه وعدم وجود زيت في مدخل المضخة يرجع إلى حدوث مقاومة كبيرة عند مدخل السحب أو انخفاض مستوى الزيت في الخزان وللتغلب على ذلك يوضع خزان الزيت في مستوى أعلى من مستوى خط السحب .

- **وجود تسريب للزيت .**

يستدل على ذلك بانخفاض مستوى الزيت ويرجع ذلك إلى عدم إحكام ربط الوصلات أو حدوث تلف في الخراطيم أو الوصلات ويتم تتبع أثر التسريب وتحديد مكانه وإصلاح العطل.

أسباب تآكل الأجزاء وطرق تلافيها:

- **تعريف التآكل :**

هو حدوث تغير تدريجي في أبعاد الأجزاء الدوارة في أثناء تشغيل التوربينة ويظهر ذلك بوضوح في السطوح الملامسة لبعضها أثناء الدوران كأسنان تروس صندوق التروس للأجزاء والتآكل لا يحدث بشكل منتظم فتبعاً لظروف التشغيل تتآكل بعض الأجزاء أسرع من الأجزاء الأخرى حيث يؤدى التآكل إلى زيادة الخلوصات في الأجزاء المقترنة ببعضها وعند زيادة التآكل عن الحد المسموح به يتم إيقاف التوربينة لإجراء الإصلاح اللازم.

- **أعراض التآكل:**

يمكن الحكم على تآكل أجزاء مكونات التوربينة طبقاً لطبيعة التشغيل والتركيب مثل الأجزاء المحتوية على أعمدة دوران كمحركات توجيه التوربينة وصندوق التروس ومضخات الزيت وغير ذلك ويستدل على حدوث التآكل بحدوث أصوات غير طبيعية أثناء الدوران كما هو الحال بصندوق التروس بسبب حدوث تآكل بجوانب أسنان

التروس كما يمكن الاستدلال بصورة واضحة على حدوث ذلك التآكل بمقارنة ذلك الصوت بصوت صندوق التروس في توربينة أخرى والشكل رقم (٥) يوضح التركيب الداخلي لصندوق التروس والوظيفة الأساسية لصندوق التروس هي الحصول علي سرعات مختلفة للتوربينة لتناسب سرعات الرياح المختلفة بالإضافة إلي ذلك فإن صندوق التروس يقوم بتعديل النسبة بين سرعة دوران العضو الدوار (السرعة البطيئة) وسرعة دوران عمود السرعة العالية.

الشكل رقم (٥) : مقطع فى صندوق التروس

- **نتائج تآكل الأجزاء:**

✓ انخفاض متانة الأجزاء وكفاءتها.

✓ تغير طبيعة اقتران الأجزاء ببعضها وتأثير الأجزاء المتآكلة على عمل الأجزاء الأخرى.

- **أسباب تآكل الأجزاء:**

✓ نوع المادة المستخدمة في تصنيع الأجزاء ودقة تشطيب سطوحها ودرجة التصليد ودقته.

✓ طبيعة تزييت هذه الأجزاء.

✓ الضغط النوعي والأحمال الواقعة على الجزء.

✓ درجة الحرارة في منطقة الاقتران (ربط الأجزاء ببعضها) .

✓ طبيعة الوسط البيئي الذي تعمل فيه الأجزاء والعوامل المحيطة بها.

- **أنواع التآكل :**

✓ **التآكل الميكانيكي:**

ينتج عن تأثير قوى الاحتكاك في أثناء انزلاق جزء على جزء آخر ويظهر ذلك في صورة كشط لطبقة المعدن السطحية في الأجزاء المحتكة ببعضها ويؤدى إلى تغير في أبعاد وشكل السطوح المعرضة للاحتكاك ببعضها.

✓ **أسباب زيادة التآكل الميكانيكي:**

☒ وجود دقائق (رايش) معدنية بين الأجزاء المنزلقة والمحتكة ببعضها وتحدث في صورة خدوش ونتوءات على السطوح.

- احتكاك بين الأعمدة وكراسي التحميل وتحدث في صورة حفر دقيقة على السطوح المقعرة والكريات (البلى).
- زيادة الأحمال والضغوط عن الحد المسموح به.
- فقد مواد التشحيم والتزييت لخواصها الفنية مع وجود أوساخ وغبار المواد (الريش)على الأجزاء المنزلقة.

- **كلال المعدن:**

هو ظاهرة تحدث للمعادن نتيجة تعرض المعدن لأحمال متغيرة الاتجاه نتيجة اقتران الأجزاء الدوارة ببعضها لنقل الحركة وتحدث في المعدن على صورة تشققات صغيرة الحجم ثم تتطور محدثة بعض الكسور السطحية البسيطة (نقر أو حفر) والذي يؤدى بدوره مع كثرة التشغيل وبدون معالجة تلك النقر والحفر إلى تهشم الأجزاء وتحطمها ويلاحظ هذا النوع من التآكل بوضوح في سطوح أسنان التروس على شكل:

- تهشم وتحطم أعمدة الدوران .
- انكسار أذرع التوصيل والمسامير.
- تشقق جدار مضخات الزيت الهيدروليكية.

- **التآكل الميكانيكي الجزئي :**

يحدث بسبب حدوث التصاق أو قفش للسطوح المنزلقة على بعضها وسبب حدوث هذه الظاهرة هو عدم وجود كمية كافيه من الزيت أو الشحم على الأجزاء المحتكة ببعضها أو عند ارتفاع قيم الضغط الداخلي لزيت الهيدروليك عن معدلاته القياسية مما يسبب تآكل الطبقات السطحية ببطء نسبى إلى أن يحدث نقر عميق أو تشقق في مناطق كبيرة الحجم وهو بداية حدوث القفش (عدم قابلية الأجزاء الدوارة لنقل الحركة).

- **التآكل التأكسدى :**

يحدث عادة بأجزاء الماكينات التي تتعرض مباشرة لتأثير الهواء والمواد الكيماوية ودرجة الحرارة وذلك بتأكسد المعدن واتحاده مع أكسجين الهواء وينتج عن ذلك اكتساب سطح المعدن سطحا إسفنجيا يفقده متانته الميكانيكية ويظهر ذلك على صورة أماكن متآكلة عميقة فإذا كان هذا السطح يلامس سطح آخر أثناء التشغيل يحدث ما يسمى بالتآكل الميكانيكي التأكسدى أي تآكل مركب ولحماية الأسطح من التأكسد يتم التزييت والتشحيم المستمر طبقا لبرامج الصيانة أو ساعات التشغيل للسطوح التي يحدث بينها احتكاك وذلك لتحويل الاحتكاك الميكانيكي بين السطوح إلى احتكاك سائلي حيث يقع الحمل على طبقة الزيت أو الشحم.

- **طبيعة تآكل الأجزاء المختلفة للمعدات:**

- عدم استواء واستقامة الأجزاء المحتكة طولياً وعمودياً.
- تآكل أسطوانات المكابس في المحركات والضواغط ويكون ذلك تآكل غير منتظم.
- تآكل أسنان التروس في وسائل نقل الحركة بسبب زيادة التحميل وعدم دقة الخلوصات.
- تآكل لولب السحب ذات القلاووظ مع صواميل الربط .

- تآكل كرسي التحميل (رولمان البلى) مع عمود الدوران.

- **الفواقد الرئيسية للماكينات وكيفية التخلص منها:**

تنحصر خسائر التشغيل في فترات توقف الآلات عن العمل وهذه الفواقد هي فترات توقف الماكينة نتيجة وجود عطل ما وللتخلص من الأعطال والوصول بها إلى أدنى درجة فإنه ينبغي:

- إعادة الآلة إلى حالتها الجيدة فقد تكون الآلة متهالكة وبها الكثير من الأعطال عند بداية تطبيق الصيانة الدورية لها لذلك ينبغي إعادتها إلى حالتها المثالية.
- المحافظة على المعدات في حالة جيدة في كل الأوقات فكثير من الأعطال تبدأ بأعطال بسيطة مثل تسريب زيت أو انحلال مسمار لذلك فإنه للمحافظة على حالة المعدات في جميع الأوقات فإنه يجب الاهتمام بعمليات التزييت والتشحيم وعمليات الربط وإعادة الربط وعمليات النظافة.
- القيام بصيانة مخططة عالية المستوى فبدون صيانة مخططة سواء دورية أو تنبؤية فإننا لا يمكن أن نحافظ على حالة المعدات ولا يمكننا تلافي وقوع المشاكل لذلك فإن القيام بصيانة مخططة دقيقة وجيدة هو أمر أساسي لتلافي الأعطال.
- تحليل المشاكل للقضاء على جذورها فعادة ما يهتم القائمين بصيانة وتشغيل المعدات بإعادتها للخدمة بسرعة لذلك تجدهم عند حدوث عطل يركزون على أسلوب إعادة الآلات للخدمة بسرعة وربما قاموا بتغيير الجزء المكسور أو المعطوب دون تحليل سبب الكسر وقد يتكرر نفس العطل عدة مرات وكل مرة يتم تغيير الجزء المكسور بدون القضاء على سبب الكسر.
- يجب تجنب تشغيل المعدات في ظروف تشغيلية غير طبيعية مثل التشغيل عند أحمال أكثر من الأحمال التصميمية للمعدات فأحيانا يتهاون القائمون على التشغيل بالظروف الطبيعية لتشغيل المعدات

ويقومون بتجاوزها من أجل زيادة الإنتاج وهذا الأسلوب قد يؤدي إلى زيادة مؤقتة في الإنتاج ولكن سرعان ما تتوالى الأعطال في والتي تؤدي إلى أعطال عديدة.

- **المخاطر الميكانيكية وطرق الوقاية منها :**

إن العامل في بيئة عمله يتعرض للذبذبة الميكانيكية في أعمال عديدة مثل استعمال الرافعات والناقلات الصناعية الأخرى وأصوات المعدات والآلات في الورش الكهربية والميكانيكية وزيادة الميكنة في الصناعة تجعل بيئة العمل متذبذبة لاسيما للفنيين الذين يعملون قرب الأجهزة الميكانيكية ومن هذه المخاطر:

- الاهتزازات بناسيل توربينة الرياح (حاوية الأجزاء الدوارة) نتيجة دوران الريش بسرعة عالية مما يؤدى إلى انتقال الاهتزازات إلى جسم الفني أثناء العمل بالتوربينة وقد تؤثر هذه الاهتزازات على الأذن والجهاز العصبي والأوعية الدموية والعظام والمفاصل.

- **احتياطات العمل على الماكينات:**

- استعمال معدات الوقاية الشخصية ككفوف خاصة مزدوجة الطبقة لمنع انتقال الذبذبة إلى اليدين وأحذية خاصة ذات أنعل مزودة بمواد ماصة للذبذبة التي تنتقل خلال الأرضيات إلى العامل.

- تنظيم أوقات العمل بوضع فترات راحة قصيرة للعمال أثناء عملهم على الأجهزة المهتزة، ويجب أن لا يتجاوز العمل على مثل هذه الأجهزة أكثر من أربع ساعات يوميا.
- الفحص الطبي الابتدائي للعامل عن تعيينه والذي يكشف أي مرض يمنع العامل من العمل على هذه الأجهزة بالإضافة إلى الفحوصات الدورية.
- تركيب الحواجز الواقية وهي تلك العوائق أو الحواجز التي تمنع وصول أي جزء من جسم الإنسان إلى المناطق الخطرة في الآلات و تعتبر جزء لا يتجزأ من الآلة ولا يفك إلا عند الصيانة وبعد توقيف عمل الماكينة وفصلها من مصدر الكهرباء ويجب إعادته إلى مكانه بعد الانتهاء من عملية الصيانة ومنها ما هو مرتبط مع مصدر الكهرباء أو مصدر التشغيل، فإذا أزيل من مكانه الصحيح لا تعمل الماكينة مطلقا.

- **الاستخدامات الصحيحة للزيوت والشحومات:**

- **التزييت :**

إن عدم تزييت الأجزاء كما ينبغي يتسبب في سرعة تآكلها وتلفها، نتيجة الاحتكاك المتواصل فيما بينها وارتفاع درجة حرارتها وهذا ما يؤكد ضرورة معرفة الفني بالمبادئ الأساسية للمحافظة على المعدَّة.

ويوجد نوعين من التلف للأجزاء:

- **التلف الطبيعي:**

يحدث هذا التلف أو الاهتراء في أجزاء المعدَّة في ظل الأداء الطبيعي رغم الصيانة الجيدة لها ويعود ذلك إلى استنفاذ الجزء لدورة الحياة الطبيعية بعد مرور ساعات العمل التي من المفترض أن يعمل بها حسب التصميم.

- **التلف المتسارع :**

وهو التلف الذي يحدث قبل الوقت المحدد حسب التصميم، ويتسبب عن عوامل خارجية، بسبب سوء الاستعمال أو التحميل الزائد عن القدرة التصميمية للمعدة.

إن تغيير الأجزاء المتآكلة دوريا يحافظ على المعدَّة في حالة جيدة، مما يقلل من فرص ظهور الفواقد ويجعل التخلص منها أسهل.

لكن جرت العادة عند حدوث الأعطال أن يتم إصلاح أو تغيير الجزء أو الأجزاء التي تكون السبب المباشر في العطل، بينما السبب غير المباشر للعطل يبقى قائما، ويعمل على تكرر الأعطال فمن أجل القضاء على الأعطال بشكل جذري، يجب تحديد أي الأجزاء أو المكونات المرتبطة ارتباطا مباشرا بالعطل والعمل على إزالة أسبابها فالسبب هو النتيجة والنتيجة هي السبب لذا من الضروري معرفة جذور السبب وقد تحدث الأعطال حتى في ظل ظروف التشغيل الطبيعي والسبب في ذلك أن المصمم أو الصانع لا يأخذ بعين الاعتبار الجهود التي سيبذلها كل جزء أو مدى الإجهاد الذي سيتعرض له أو بسبب أخطاء في نوعية أو كمية المواد المستخدمة في تصنيع المعدَّة.

- **مجموعة التزييت:**

يؤدى الاحتكاك الناشئ عن الحركة النسبية لأجزاء الماكينة المختلفة مع بعضها إلى أن :

- ✓ تتآكل الأجزاء المحتكة وتتلف .
- ✓ تسخن الأجزاء المحتكة وتتمدد فتغير أبعادها وتتشوه مما يقلل من أدائها.
- ✓ تفقد الماكينة جزءا من قدرتها نتيجة الاحتكاك.
- ✓ تصدر من الماكينة ضوضاء شديدة.
- ✓ ولمنع الأضرار السابقة أو الإقلال منها قدر المستطاع يتم تزييت الأجزاء المحتكة ببعضها .

- **أنواع وأنظمة التزييت:**

١- تزييت جبري : ويتم بواسطة زيت مضغوط.

٢- تزييت الطرطشة : ويتم بواسطة زيت مقذوف .

٣- تزييت يدوى : ويتم بواسطة مزيتة يدوية .

- **مكونات مجموعة التزييت :**

- ✓ الزيت .
- ✓ حوض الزيت (الكارتيرة) .
- ✓ مضخة الزيت (طلمبة الزيت).
- ✓ مرشح الزيت.
- ✓ ممرات (أعصاب الزيت) وتزود لوحة المبينات في الغالبية العظمى من الماكينات بلمبة حمراء تضئ إذا انخفض ضغط الزيت عن القيمة المأمونة أو أنبوبة زجاجية لبيان مستوى الزيت وبديهي أن يتم إيقاف التوربينة في هذه الحالة وبحث سبب انخفاض ضغط الزيت أو مستوى التزييت وعلاجه.

- **خواص الزيوت :**

يجب أن تتوافر في زيوت التزييت الخواص الآتية ، حتى تؤدى المطلوب منها بكفاءة :

- ✓ درجة لزوجة كافية ويحافظ عليها حتى درجة حرارة عالية وغالبا ما تعرف الزيوت بدرجة لزوجتها وتعرف لزوجة الزيت بأنها مقاومة الضغط الواقع على طبقة الزيت ومنع انهيارها.
- ✓ درجة حرارة تبخره عالية .
- ✓ درجة حرارة اشتعاله الذاتي عالية.
- ✓ درجة حرارة تجمده منخفضة.
- ✓ لا يتفاعل مع الأجزاء التي يلامسها في الماكينة.
- ✓ يجب استعمال الزيت الموصى به للماكينة.

- **الغرض من استخدام الزيوت:**

ندرك مدى أهمية وجود زيت أو شحم بالكمية والنوعية والجودة المناسبة للمعدة فانخفاض مستوى الزيت يؤدي بشكل مباشر إلى انهيار في كراسي التحميل وربما الأجزاء الدوارة كما هي الحال في عمليات إعادة الربط فإن تدخل المشغل السريع لزيادة الزيت أو الشحم يحمي المعدات من مشاكل عديدة وعظيمة في الأنظمة التقليدية يكتفي المشغل بإبلاغ قسم الصيانة بالحاجة لتزويد الزيت وتنتهي مسئوليته عند هذا الحد أما في الصيانة الإنتاجية الشاملة فالمشغل يقوم بتزويد الزيت ومتابعة المعدة وتحليل سبب تناقص مستوى الزيت ومن فوائد التزييت:

- ✓ منع أو تقليل حدوث الاحتكاك الجاف بين الأسطح المعدنية المتحركة بهدف منع حدوث التآكل وارتفاع درجة الحرارة.
- ✓ تبريد المعدات.
- ✓ تنظيف وتشطيب الرواسب أو الجزيئات الدقيقة الناتجة عن عمليات التآكل.
- ✓ نقل الحركة كما في الأجهزة الهيدروليكية.
- ✓ الوقاية من الصدأ أو الأكسدة.
- ✓ حبك الخلوصات بين الأجزاء الدوارة .

- **إضافات تحسين خواص الزيوت:**

تتكون الزيوت من اصل بترولي وإضافات كيماوية مخلوطة خلطا متجانسا لتكتسب خواص جديدة لتحسين خواص ومواصفات الزيوت ورفع كفاءة أدائها وأهم أنواع الإضافات للزيوت :

- ✓ إضافة مواد التنظيف والتشطيب بهدف تنظيف الأسطح المعدنية المتحركة ومنع الأكسدة فلا يحدث انسداد بمجارى أو أنابيب فلاتر التزييت كما يسهل التخلص منها بصفة دورية بواسطة الفلاتر .
- ✓ إضافة مقاوم الأكسدة بهدف منع تكون المركبات الحمضية الضارة بأجزاء المعدة .
- ✓ إضافة مادة مقاومة للصدأ أو الرغاوى .
- ✓ إضافة مادة لرفع معامل اللزوجة للمحافظة على لزوجة الزيت عند ارتفاع درجة الحرارة.
- ✓ إضافة مقاوم الضغوط القصوي لزيادة قدرة غشاء الزيت على تحمل الضغوط العالية وخاصة لزيوت تروس نقل الحركة .

- **أهم عوامل المؤثرة في اختيار نوع الزيت .**

- ✓ درجة حرارة التشغيل .
- ✓ ظروف التشغيل .
- ✓ نوع الماكينة .
- ✓ الضغوط والأحمال الواقعة على مكونات كل مجموعة ويلزم تغيير الزيوت المستخدمة وفق ساعات تشغيل محددة طبقا للتعليمات الموصى بها بالكتيبات الخاصة بالصيانة والتشغيل وطبقا لظروف التشغيل ودرجة الحرارة وطبيعة الجو أو مناخ المنطقة التي تكون بها الماكينة حيث تخلط الجزيئات الرقيقة والشوائب

بالزيوت كما تتعرض الزيوت للضغوط ودرجة الحرارة المرتفعة ويؤدى ذلك إلى فقدان الزيوت للزوجتها وخواصها الفنية اللازمة لأداء وظيفتها.

- **تقسيم الزيوت طبقا للاستخدام:**

✓ زيوت دوارة (هيدروليكية).

✓ زيوت الماكينات.

✓ زيوت التروس.

✓ زيوت آلات الاحتراق الداخلي.

✓ زيوت التبريد.

- **الشحومات:**

- **الغرض من استخدام الشحومات:**

✓ زيادة الكفاءة الميكانيكية للماكينة عن طريق تقليل الاحتكاك وبالتالي خفض درجة حرارة الأجزاء المتحركة وتقليل التآكل.

✓ تزييت الأجزاء المكشوفة التي يصعب تزيتها باستخدام زيوت التزييت .

✓ منع حدوث أصوات بين الأجزاء المعدنية نتيجة الاحتكاك فيما بينها.

- **خواص الشحومات:**

✓ درجة تماسك وثبات الشحم.

✓ درجة التنقيط وتعنى درجة الحرارة التي يتحول فيها الشحم من الحالة شبة الصلبة إلى الحالة السائلة.

✓ مقاومة الماء والرطوبة.

- **العوامل المؤثرة في اختيار الشحومات:**

✓ ظروف التشغيل .

✓ درجة الحرارة.

✓ الضغوط والأحمال .

✓ درجة الرطوبة.

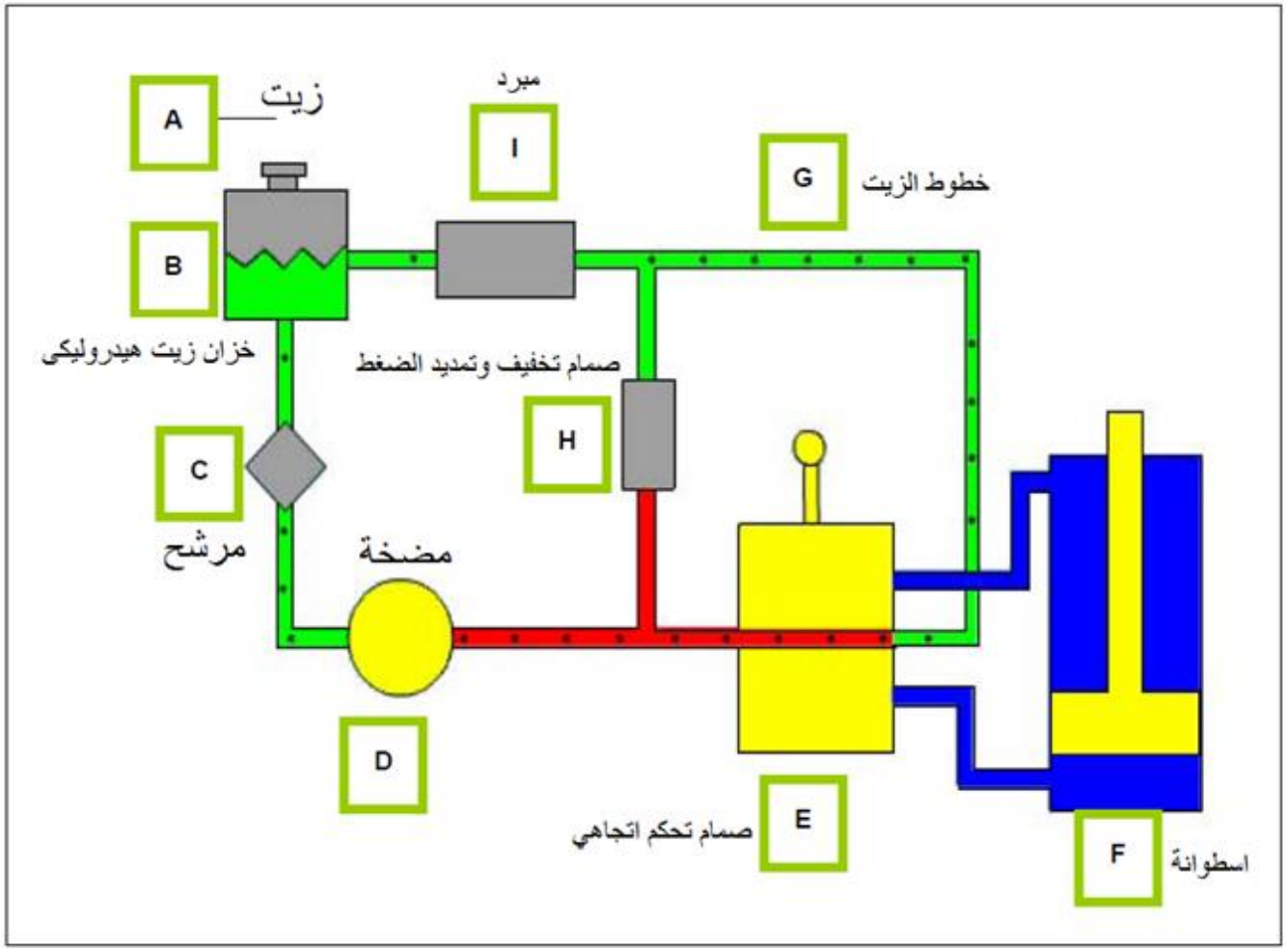
أعطال الدوائر الهيدروليكية وطرق التصحيح

يتم تنظيم الأجهزة الهيدروليكية على الورق قبل تنفيذها وإنتاجها ومن خلال الرسم التخطيطي يتمكن المهندس أو الفني من تحديد مكونات ووحدات النظام وتتبع أدائها وتعقب الأعطال أثناء عملية الصيانة والإصلاح.

وقد وضعت رموز اصطلاحية تستخدم في الرسم الفني والرسم التخطيطي لدوائر الأنظمة الهيدروليكية بغرض تبسيطها وهذه الرموز متفق عليها دولياً حتى يسهل التعامل مع هذه الأنظمة في شتى أنحاء العالم.
كما أن معرفة المكونات الأساسية المستخدمة في الدوائر الهيدروليكية ووظائفها وأماكن وجودها داخل الدائرة الهيدروليكية هام جداً لمعرفة طريقة عمل هذه الدوائر لذا يجب على الفني أن يتمكن من معرفة كيفية بناء دائرة هيدروليكية مبسطة بمكوناتها الأساسية مع معرفة وظائفها ومميزاتها والرموز المستخدمة للتعبير عنها.

- **وصف بناء دائرة هيدروليكية بسيطة:**

الشكل رقم (٦) يبين مكونات دائرة هيدروليكية بسيطة.



الشكل رقم (٦) : دائرة هيدروليكية بسيطة

والشكل التالي يبين مكونات الدائرة الهيدروليكية:

A	زيت	Oil
B	خزان هيدروليكي	Tank
C	مرشح	Filter
D	مضخة	Pump
E	صمام تحكم اتجاهي	Control Vavle
F	اسطوانة	Cylinder
G	خطوط الزيت	Oil Lines
H	صمام تخفيف وتمديد الضغط	Relief Valve
I	مبرد	Cooler

- **الزيت:**

يقوم الزيت في الدورة الهيدروليكية بنقل الطاقة داخل الخطوط الهيدروليكية والزيت له هذه القدرة على نقل الطاقة وعند ضخ الزيت داخل الدائرة الهيدروليكية فإن الضغط الناتج عن الضخ عند أي نقطة داخل السائل يكون متساويا في جميع الاتجاهات وبما أن الزيت يتشكل طبقا للوعاء الموجود به وذلك لإتباعه نظرية الأواني المستطرقة فإن الزيت يمكن أن يتدفق في أي اتجاه داخل الممرات المفتوحة أمامه.

- **الخزان الهيدروليكي:**

إن الوظائف الأساسية للخزان الهيدروليكي تتلخص في:

١- تخزين الزيت.

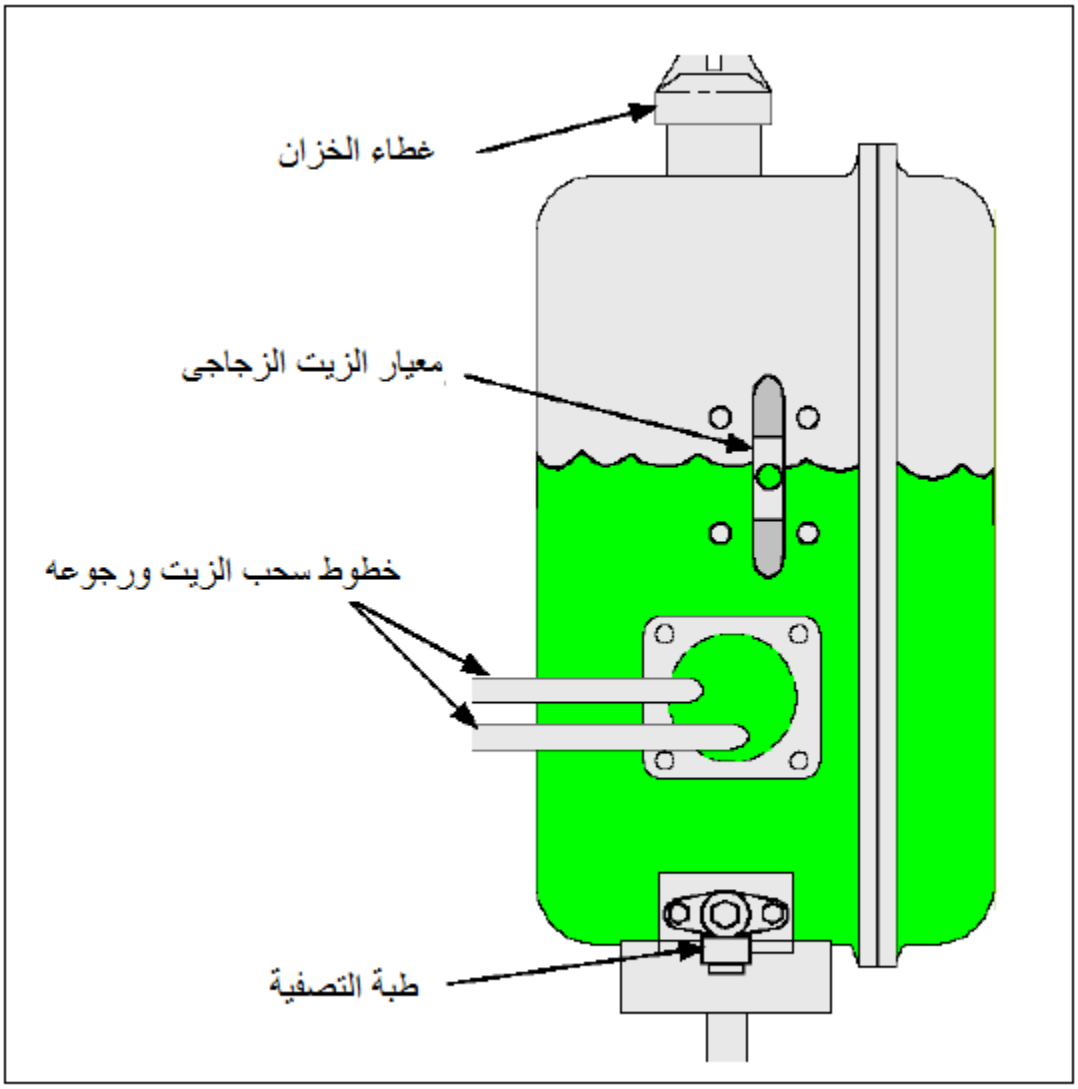
٢- تبريد الزيت.

٣- ترسيب الشوائب.

٤- سحب الماء بعملية التبخر.

٥- المساعدة على فصل الهواء من الزيت.

ويجب أن تكون هذه الخزانات متينة وذات سعة مناسبة ومجهزة لفصل جزئيات الشوائب العالقة في الزيت وتنظيفه والشكل رقم (٧) يبين مكونات الخزان.



الشكل رقم (٧) : مكونات الخزان الهيدروليكى

- **غطاء الخزان:**

يحافظ على عزل الشوائب خارج الفتحة التي تستخدم في إضافة الزيت داخل الخزان.

- **معيار الزيت الزجاجي:**

ويستخدم للتأكد من صحة مستوى الزيت في الخزان ويجب فحص مستوى الزيت عندما يكون بارداً.

- **خطوط سحب الزيت ورجوعه:**

يسمح خط سحب الزيت بتدفق الزيت من الخزان إلى الدائرة الهيدروليكية بينما يسمح خط الرجوع بتدفق الزيت من الدائرة الهيدروليكية إلى الخزان.

- **طبة التصفية:**

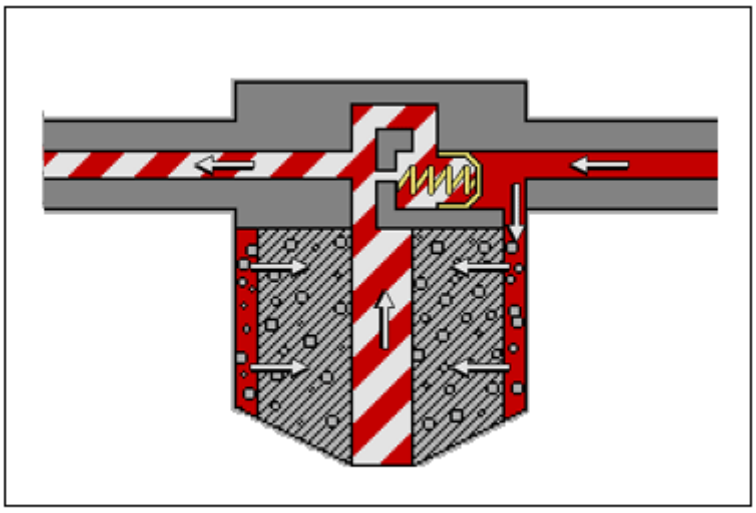
توجد عند أدنى نقطة في الخزان وتستخدم هذه الفتحة لتصفية الزيت القديم من الخزان وأيضا تستخدم لتصفية الماء والشوائب المترسبة في قاع الخزان.

- **المرشحات:**

تقوم المرشحات بتنظيف الزيت من الشوائب وجزيئات المعادن المتآكلة وبالتالي نحمى مكونات النظام الهيدروليكي من التآكل والانهيار وتساعد النظام الهيدروليكي أيضا على تأدية وظيفته بكفاءة والشكل رقم (٨) يبين مرشح هيدروليكي.

الشكل رقم (٨) : يبين مرشح هيدروليكى

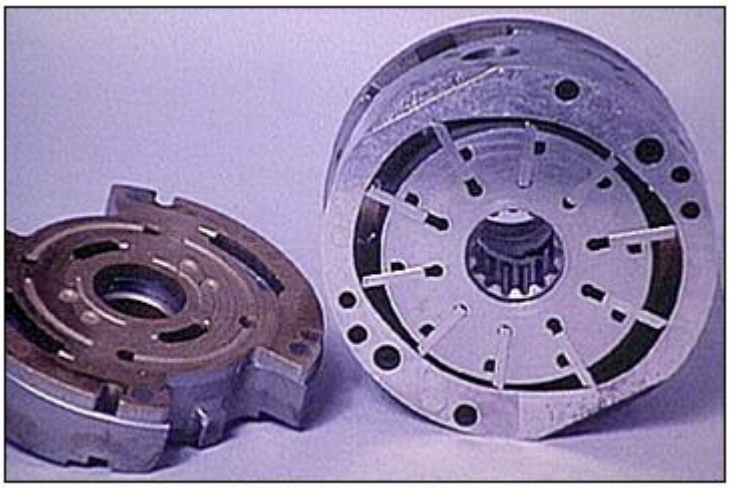
أما الشكل رقم (٩) يبين الفكرة العامة لعمل المرشح حيث يمر الزيت خلال عنصر المرشح ليتم حجز الشوائب ويستمر الزيت النظيف في السريان إلى باقي مسارات الدائرة التي تلي المرشح ويوصف عنصر المرشح بمقاس المسام الموجودة به بالميكرون حسب قدرته على حجز المقاسات المختلفة من الشوائب فكلما صغر المقاس بالميكرون كلما استطاع المرشح حجز شوائب أصغر.



الشكل رقم (٩) : يبين الفكرة العامة لعمل المرشح

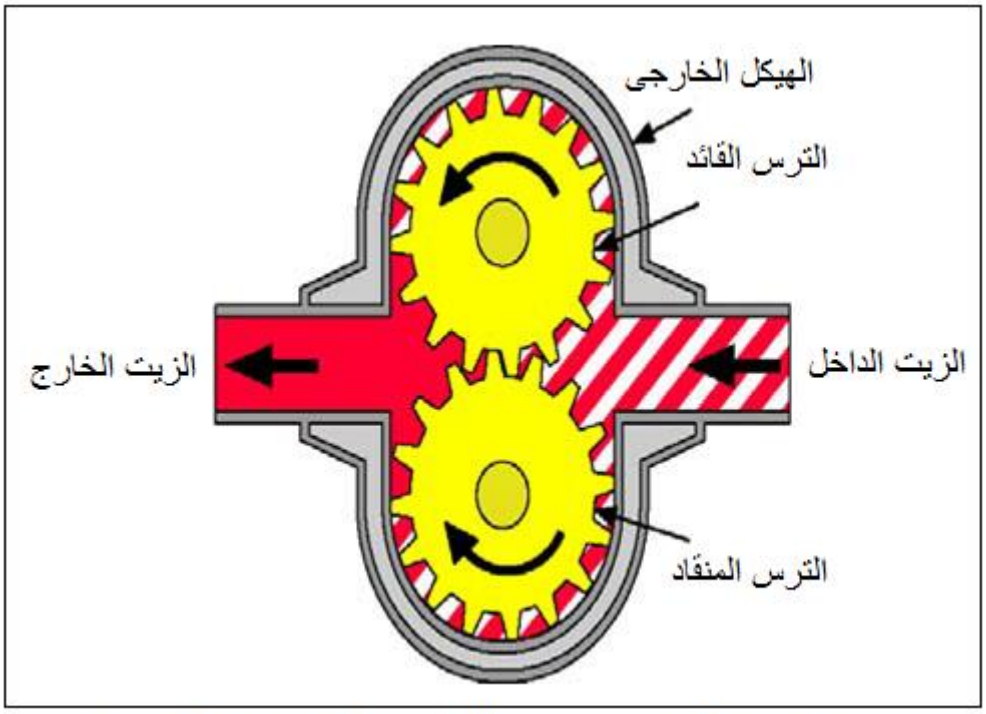
- **المضخة:**

تقوم المضخة بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة هيدروليكية في صورة تدفق للزيت خلال الدائرة الهيدروليكية والشكل رقم (١٠) يبين مضخة هيدروليكية.



الشكل رقم (١٠) : يبين مضخة هيدروليكية ذات الريش

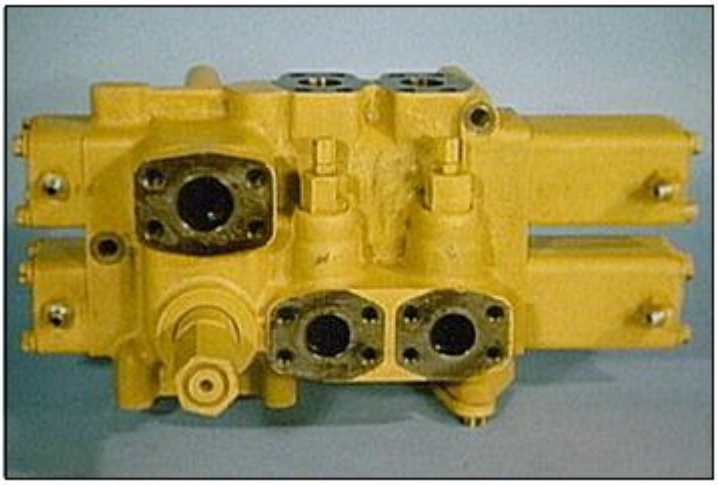
والشكل رقم (١١) يبين أنماط مختلفة من المضخات الترسية الهيدروليكية:



الشكل رقم (١١) : نمط من انماط المضخة الهيدروليكية الترسية

- **صمام التحكم الإتجاهي:**

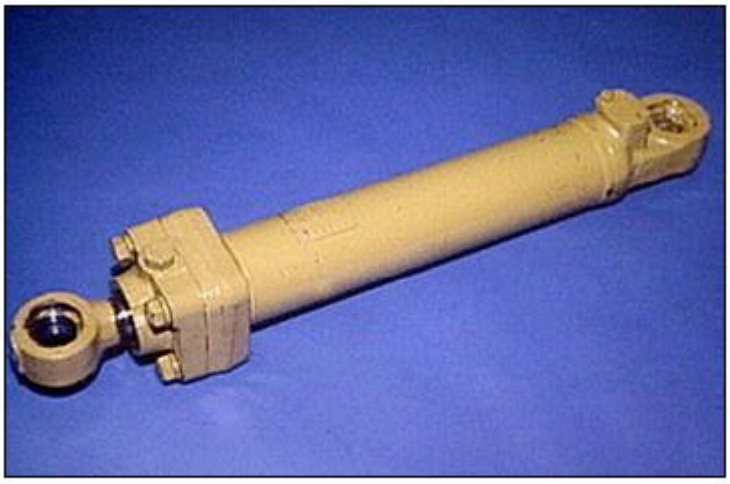
يقوم صمام التحكم الإتجاهي بتحويل مسار الزيت داخل الدائرة الهيدروليكية وهو الوسيلة التي يستخدمها المشغل للتحكم في حركة اسطوانات الآلة والشكل رقم (١٢) يبين صمام التحكم الإتجاهى.



الشكل رقم (١٢) : صمام التحكم الاتجاهى

- **الاسطوانة:**

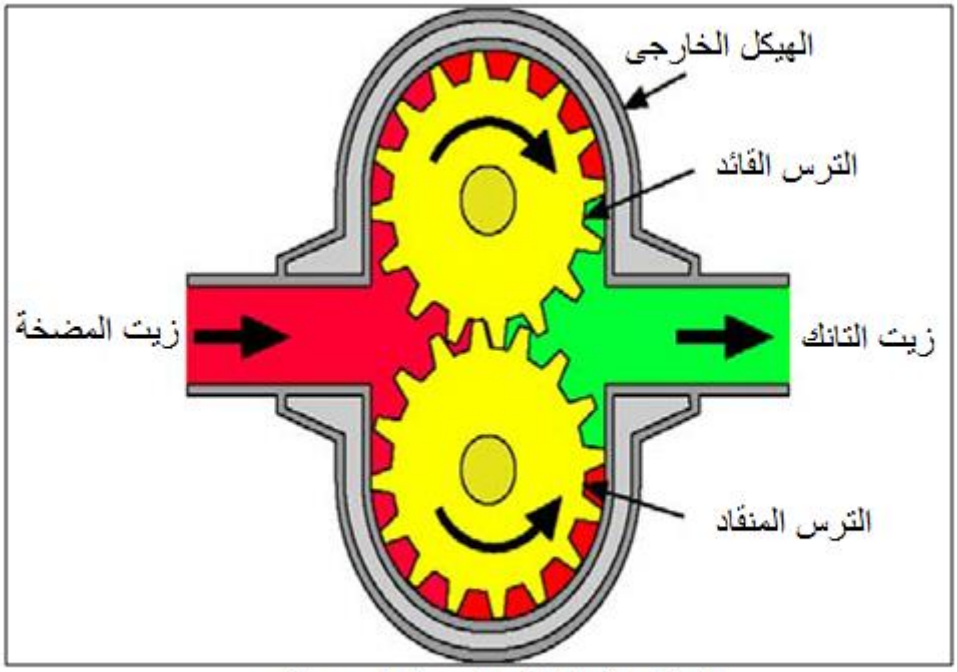
تقوم الاسطوانة بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى حركة خطية لتأدية وظيفة محددة على المعدة مثل تحريك القواديس والشفرات والأذرع والشكل رقم (١٣) يبين اسطوانة هيدروليكية.



الشكل رقم (١٣) : اسطوانة هيدروليكية

- **المحرك الهيدروليكي:**

يقوم المحرك الهيدروليكي بتحويل الطاقة الميكانيكية إلى حركة ترددية أو دورانية لتأدية وظيفة محددة على الآلة مثل تسيير وتوجيه المعدة والشكل رقم (١٤) يبين أحد أنواع المحرك الهيدروليكي.



الشكل رقم (١٤) : المحرك الهيدروليكى

- **خطوط الزيت:**

سواء أكان المائع سائلا أو غاز فإنه يجب أن تحتويه مواسير أو أنابيب أو خراطيم يتدفق من خلالها ليصل إلى وحدات النظام ومكوناته وهذه جميعا تسمى خطوط نقل المائع ولأن هذه الخطوط ليست جزءا واحدا كما أن وحدات نظام المائع يتكون من عدة وحدات لذا فإن الأمر يستدعى تركيب مجموعة من الوصلات لتوصيل خطوط نقل الموائع من بعضها إلى البعض الآخر ومع الوحدات الأخرى.

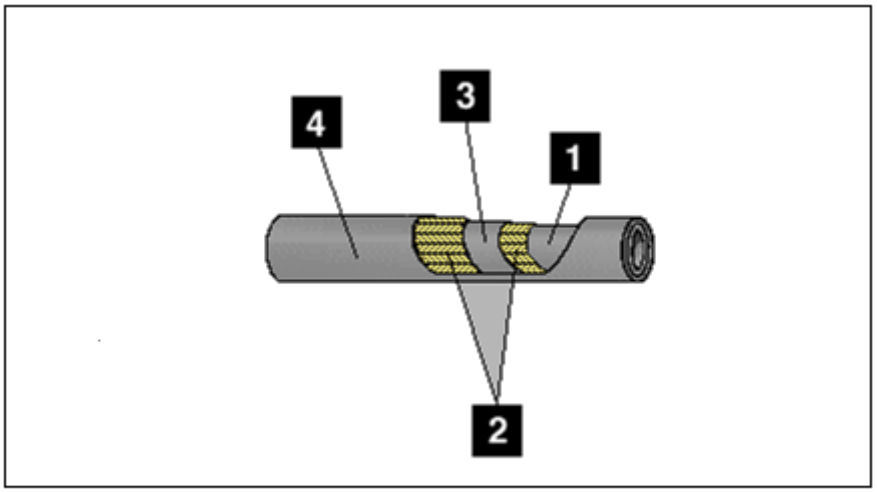
- **خطوط نقل الموائع:**

خطوط نقل الموائع أو خطوط النقل يمكن ان تكون مرنة او صلبة وتستخدم الخطوط المرنة فى توصيل المائع ونقله بين وحدات انظمة الموائع المتحركة أو المعرضة للاهتزازات وتصنع خطوط النقل المرنة من مواد عديدة ويعتمد اختيار موادها على الضغط الذى تتعرض نتيجة لمرور المائع كما يعتمد على نوع المائع ايضا.

- **خطوط النقل المرنة:**

تستعمل خطوط النقل المرنة كعناصر توصيل بين وحدتين متحركتين وكذلك عند ظروف التركيب غير الملائمة من ناحية الحيز أو المكان كما تستخدم في توصيل الأجهزة الملحقة أو الإضافية التي يتم توصيلها مع أنظمة الموائع ويمكن تركيبها أيضا بالتبادل مع خطوط النقل الصلبة وتعمل خطوط النقل المرنة على خمد الاهتزازات والضوضاء كما أنها تناسب الصدمات المحدودة لضغط الزيت وهى سهلة التشكيل والتوصيل أثناء التركيب وتسمى خطوط النقل المرنة بالخراطيم ويتعين المقاس الأنسب للخرطوم طبقا لمعدل التدفق أو التصريف الحجمى الذي يمر خلاله وتركيب خرطوم بمقاس أقل من المقرر يمكن أن يؤدى إلى زيادة المقاومة لسريان المائع وبالتالي

ترتفع درجة حرارته وإذا كان المائع هو الزيت فإن لزوجته ستقل نتيجة لذلك والشكل رقم (١٥) يبين الخرطوم المستخدم في الأنظمة الهيدروليكية.



الشكل رقم (١٥) : يبين تركيب الخرطوم الهيدروليكى

ويصنع الخرطوم من عدة طبقات من مواد مختلفة هي:

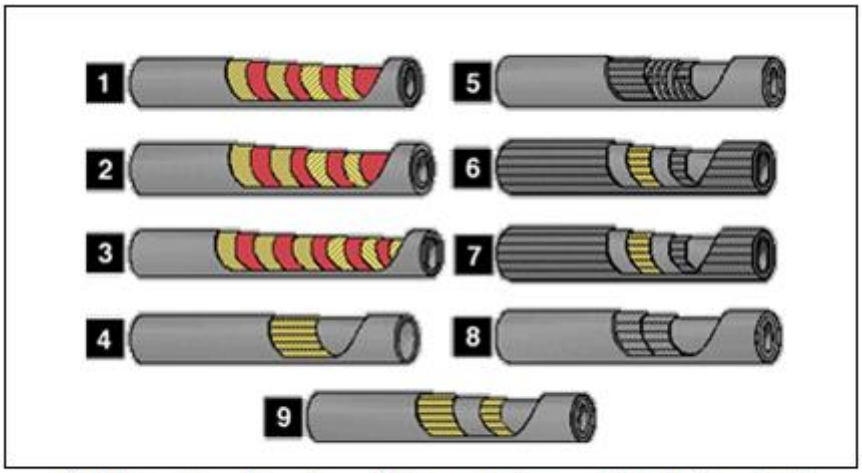
١- أنبوب داخلي من البوليمر.

٢- طبقة تقوية مصنوعة من شبكة نسيجية من الأسلاك.

٣- طبقة بينية من البوليمر لمنع الاحتكاك بين الطبقات النسيجية.

٤- الطبقة الخارجية.

والشكل رقم (١٦) يوضح بعض أنواع الخراطيم المستخدمة في الأنظمة الهيدروليكية.



الشكل رقم (١٦) : يبين أنواع مختلفة من الخراطيم الهيدروليكية

- **خطوط النقل الصلبة:**

يفضل استخدام خطوط النقل الصلبة مع أنظمة الموائع الثابتة وخطوط النقل الصلبة عبارة عن أنابيب ومواسير تصنع من الفولاذ وتتعين مقاساتها من معدل التدفق أو التصريف الحجمى للمائع المار خلالهما ومن سرعة التدفق والضغط المسموح بهما وتمتاز هذه الخطوط بأنها أكثر قوة وتحمل ولا تأخذ حيزا كبيراً في التركيب وهى أفضل في تسريب أو إشعاع الحرارة.

- **الوصلات الصلبة:**

غالبا ما يثبت أحد طرفى الوصلة فى احدى وحدات نظام المائع (صمام مثلا) وعادة ما تزود فتحتي الدخول والخروج لتلك الوحدة بأسنان قلاووظ لاستخدامها في الرباط وتكون أسنان القلاووظ هذه إما من النوع المسلوب أو النوع المعدل والشكل رقم (١٧) يبين الوصلات الصلبة.

الشكل رقم (١٧) : الوصلات الصلبة

أما إذا كانت أسنان القلاووظ من النوع المعدل فتستعمل حلقة مطاطية تنضغط عند رباط الوصلة بالوحدة وهى بذلك تمنع التسريب عند موضع الاتصال كما بالشكل رقم (١٨).

الشكل رقم (١٨) :الحلقة المطاطية فى الوصلات الصلبة

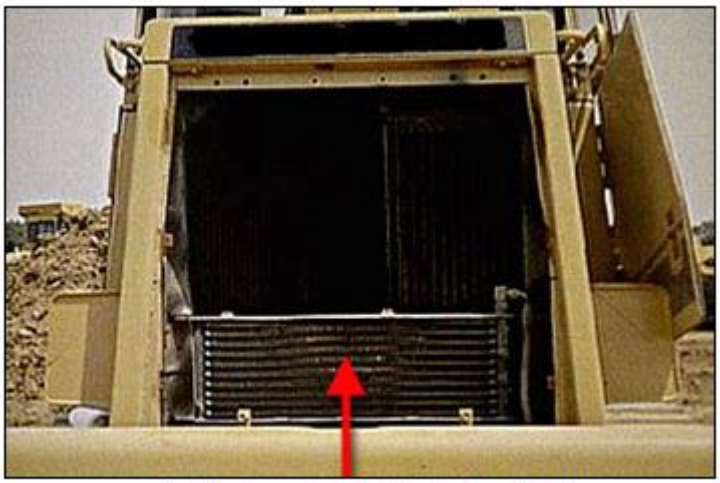
- **صمام تخفيف الضغط:**

يقوم بتحديد أقصى ضغط للدائرة الهيدروليكية وذلك لحماية مكونات الدائرة الهيدروليكية من الضغوط العالية التي قد تسبب انهيارها ويقوم هذا الصمام بتمرير الزيت إلى الخزان عندما يتجاوز ضغط الدائرة قيمة الضغط التي تم ضبط هذا الصمام عليها والشكل رقم (١٩) يبين صمام تخفيف الضغط.

الشكل رقم (١٩) : صمام تخفيف الضغط

- **مبرد الزيت:**

يقوم مبرد الزيت بتخليص الزيت من الحرارة التي يكتسبها أثناء تشغيل الدائرة الهيدروليكية مما يحسن أداء الدائرة ويحافظ على العمر الافتراضي لمكوناتها كما بالشكل رقم (٢٠).



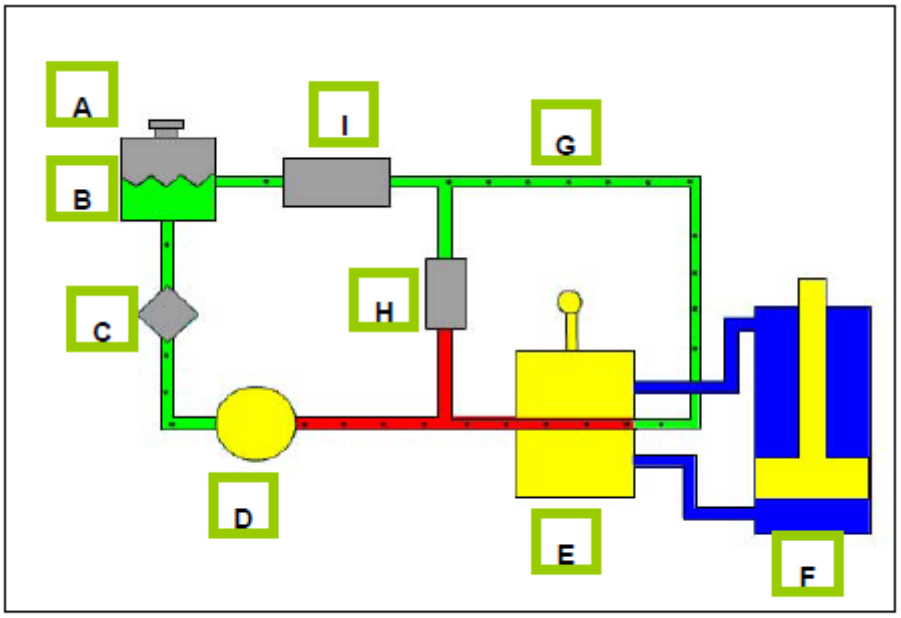
الشكل رقم (٢٠) : يبين مبرد الزيت

طريقة عمل الدائرة الهيدروليكية البسيطة:

١- عند تشغيل المحرك أو الموتور المتصلة به مضخة الزيت (D) فإن المضخة تدور بسرعة محددة مما ينتج عنه سحب الزيت (A) من خزان الهيدروليك (B) مروراً بمرشح الزيت (C) الذي يقوم بتنقية الزيت من الشوائب ثم ضخ هذا الزيت الى الدائرة الهيدروليكة.

٢- يتفرع الزيت بعد المضخة إلى كل من صمام تخفيف الضغط (H) وصمام التحكم الإتجاهي (E).

٣- إذا كان ضغط الزيت في الدائرة الهيدروليكية أقل من الضغط الذي تم ضبط صمام تخفيف الضغط عليه مسبقا فإن هذا الصمام سيظل مغلقا ولن يمكن الزيت من المرور خلاله والشكل رقم (٢١) يوضح طريقة عمل الدائرة الهيدروليكية البسيطة.

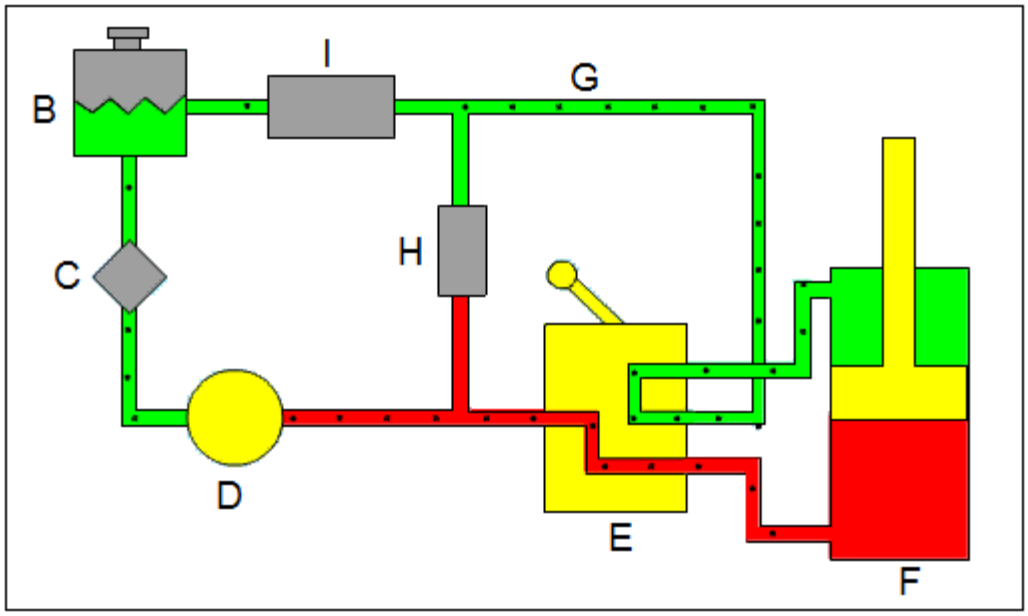


الشكل رقم (٢١) : كيفية عمل الدائرة الهيدروليكية البسيطة

٤- أما إذا زاد ضغط الزيت في الدائرة عن الضغط الذي تم ضبط صمام تخفيف الضغط عليه مسبقا فإن هذا الصمام سوف يفتح ويسمح بمرور كمية من الزيت خلاله وإعادتها إلى خزان الهيدروليك وذلك لتمرير الضغط الزائد في الدائرة الهيدروليكية وحمايتها.

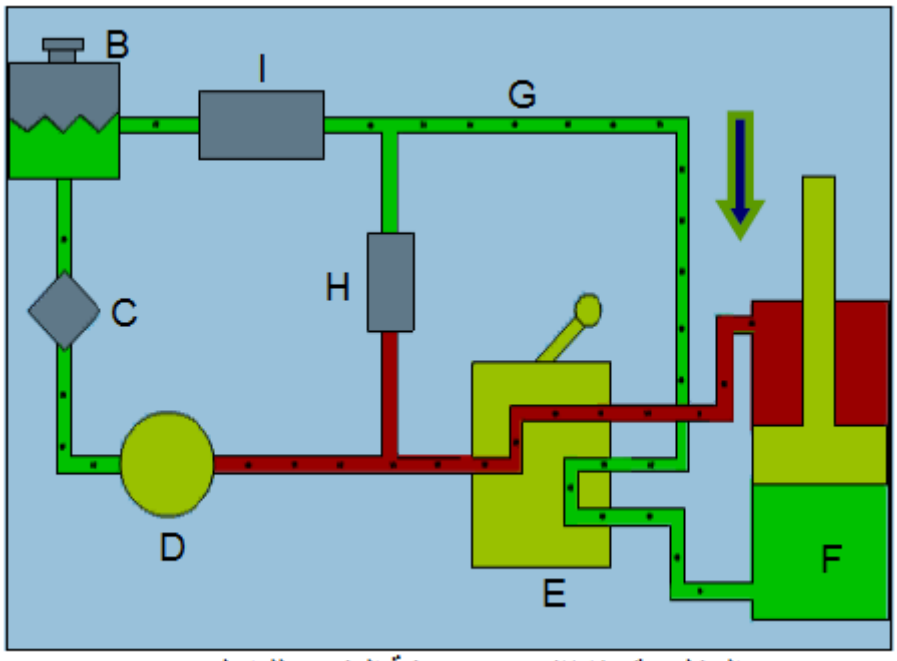
٥- أما الزيت الذي يتجه إلى صمام التحكم الإتجاهي فيتم التحكم في اتجاهه عن طريق مشغل الآلة وهذا الصمام الموجود بالدائرة له ثلاثة أوضاع هي:

- وضع عدم التشغيل وفيه يتجه الزيت عائدا إلى خزان الهيدروليك (B) مارا بمبرد الزيت (I) وفى هذا الوضع لا يتم تحريك الاسطوانة (F).
- وضع تحريك المكبس للخارج وفيه يقوم المشغل بتحريك ذراع التحكم في الصمام (E) جهة اليسار مما يسبب تغيير اتجاه الزيت داخل الصمام وتوجيهه إلى مدخل الزيت السفلى بالاسطوانة تحت المكبس ويقوم الزيت أثناء تدفقه بدفع المكبس إلى الخارج وبذلك نحصل على وضع تحريك المكبس إلى الخارج وأثناء حركة المكبس إلى الخارج فانه يقوم بدفع الزيت الموجود أعلاه إلى خارج الاسطوانة حيث يعود هذا الزيت إلى خزان الهيدروليك خلال صمام التحكم (E) أو المبرد (I) كما بالشكل رقم (٢٣).



الشكل رقم (٢٣) : يبين تحريك المكبس للخارج

- وضع تحريك المكبس للداخل وفيه يقوم المشغل بتحريك ذراع التحكم في الصمام (E) جهة اليمين مما يسبب تغيير اتجاه الزيت داخل الصمام وتوجيهه إلى مدخل الزيت العلوي بالاسطوانة فوق المكبس ويقوم الزيت أثناء تدفقه بدفع المكبس إلى الداخل وبذلك نحصل على وضع تحريك المكبس للداخل وأثناء حركة المكبس للداخل فإنه يقوم بدفع الزيت الموجود أسفله إلى خارج الاسطوانة حيث يعود هذا الزيت إلى خزان الهيدروليك خلال صمام التحكم (E) والمبرد (I) كما بالشكل رقم (٢٤).



الشكل رقم (٢٤) : يبين حركة المكبس للداخل

عند رجوع الزيت إلى الخزان خلال أحد الأوضاع الثلاثة لصمام التحكم في الاتجاه (E) أو إذا رجع الزيت من خلال صمام التخفيف (H) نتيجة لزيادة ضغط الدائرة عن الضغط المسموح به فإن هذا الزيت يمر بمبرد الزيت الذي يقوم بتبريد الزيت قبل رجوعه إلى خزان الهيدروليك.

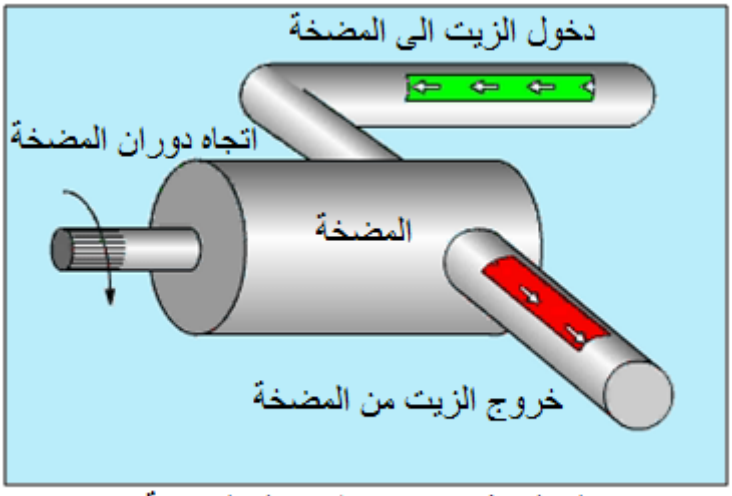
بعض الرموز المستخدمة في رسم الدوائر الهيدروليكية:

الوصف	Discription	الرمز
Lines & Line Functionخطوط الزيت و وظائفها		
خط رئيسي	Working Line	
خط تحكم	Pilot Line	
خط الراجع	Drain Line	
خطوط متصلة	Joining Lines	
خطوط متقاطعة	Passing Lines	
اتجاه التدفق	Direction Of Flow	
الرجوع إلى الخزان فوق مستوى الزيت تحت مستوى الزيت	LINE TO RESERVOIR ABOVE FLUID LEVEL	

← المضخات والمحركات الهيدروليكية:

تقوم المضخات الهيدروليكية بتحويل الطاقة الميكانيكية المأخوذة من محرك الديزل أو المولد الكهربي إلى طاقة هيدروليكية في صورة زيت متدفق ويتم سحب هذا الزيت من خزان زيت الهيدروليك وضخه إلى الدائرة الهيدروليكية وتتم هذه العملية عندما يتولد تخلخل في الضغط عند مدخل المضخة نتيجة لدورانها وبمساعدة الضغط الجوى أو الضغط الموجود بالخزان حيث يتم دفع الزيت إلى مدخل المضخة ومن ثم تقوم الأجزاء الداخلية للمضخة بإتمام عملية الضخ وعندما يتعرض هذا الزيت المتدفق إلى مقاومة ما لتدفقه فإن ذلك يسبب زيادة ضغطه وبالرغم من أن المضخات الهيدروليكية لا تولد الضغط بطريقة مباشرة فإنه يجب أن يراعى في

تصميمها قدرتها على تحمل الضغوط المتولدة من الدائرة الهيدروليكية وبشكل عام كلما زادت قيم ضغوط التشغيل كلما كانت هناك حاجة إلى مضخات أقوى وتتميز هذه المضخات الهيدروليكية بوجود خلوصات دقيقة جدا بين مكوناتها الداخلية حيث تساعد في تقليل التسريب الداخلي للزيت وزيادة كفاءتها مع الأنظمة الهيدروليكية ذات الضغوط العالية كما بالشكل رقم (٢٥).



الشكل رقم (٢٥) : نظام عمل المضخة

المضخة الترسية:

المضخة الترسية هي مضخة ذات تدفق ثابت بالنسبة لعدد لفات عمود إدارتها في الدقيقة (أي أنها لا تغير معدل التدفق طالما أن عدد لفات عمود إدارتها في الدقيقة ثابت) ويمكن تغيير كمية الزيت الخارجة منها عن طريق تغيير سرعة دوران عمود الإدارة كما بالشكل رقم (٢٦).

وتبلغ الكفاءة الحجمية للمضخة الترسية أكثر من ٩٠ % إذا تم الحفاظ على ضغوط التشغيل في نطاق القيمة المصممة عليها هذه المضخة وهذه المضخة هي الأكثر شيوعا واستخداما نظرا لمتانتها وبساطة تصميمها ومكونات المضخة الترسية هي:

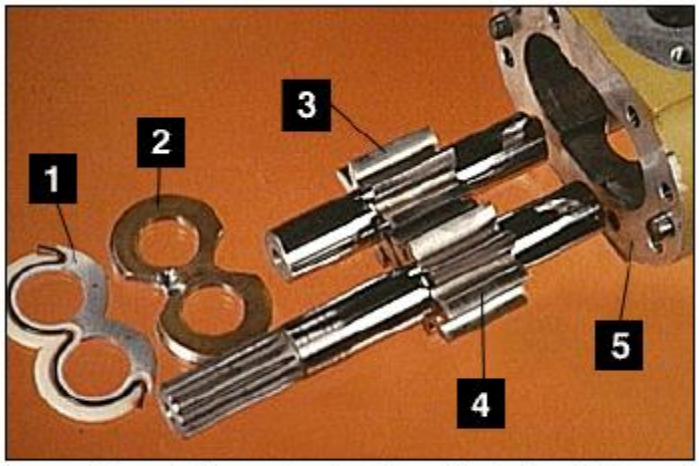
١- موانع التسريب.

٢- لوح الضغط.

٣- الترس المنقاد.

٤- الترس القائد.

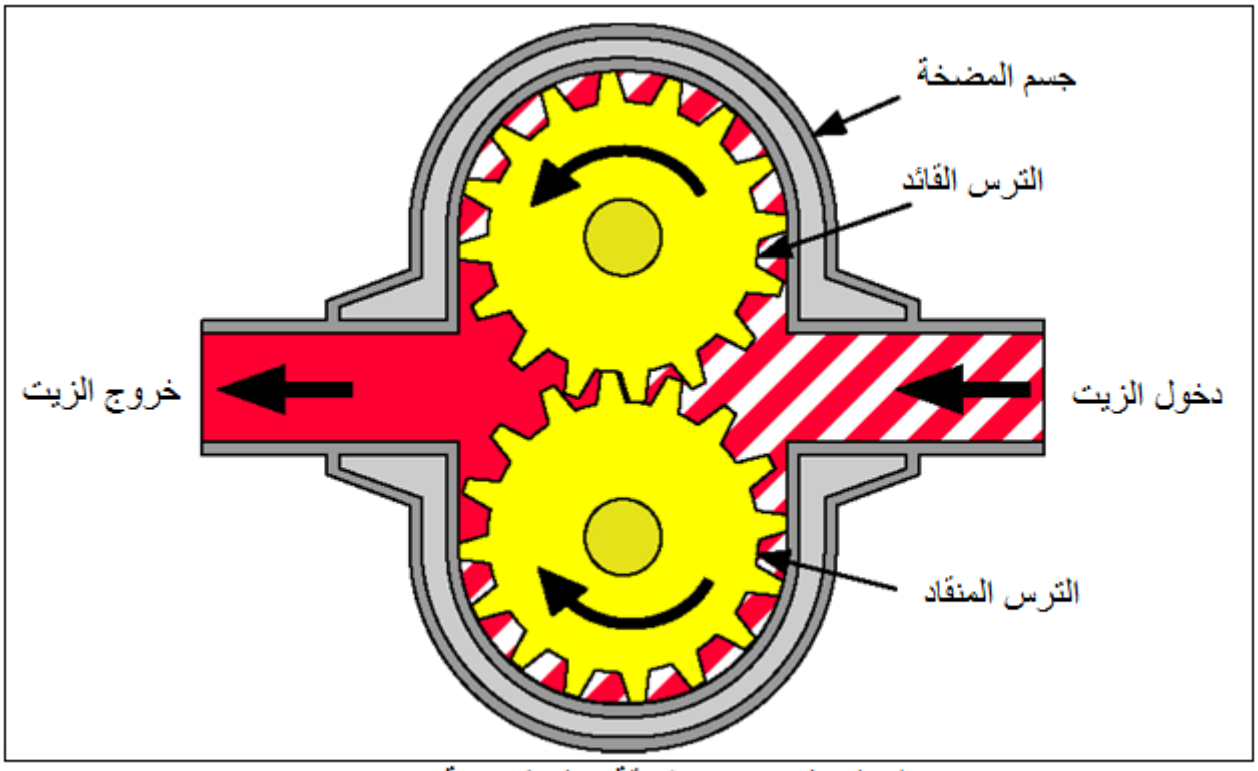
٥- جسم المضخة.



الشكل رقم (٢٦) : مكونات المضخة الترسية

طريقة عمل المضخة:

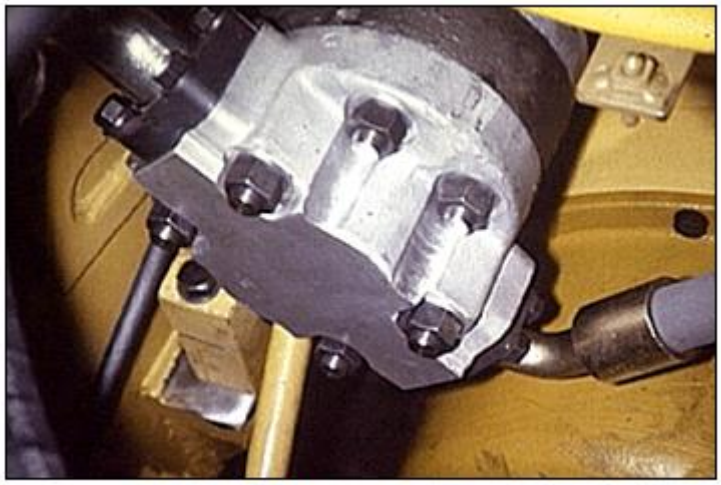
كما هو موضح بالشكل (٢٧) عند دوران العمود القائد (Drive Shaft) المثبت عليه الترس القائد (Drive Gear) فإن الترس القائد يدير الترس المنقاد (Idler Gear) بنفس سرعة الدوران ساحباً الزيت من الخزان من خلال فتحة الدخول (Inlet Oil) ويتم احتواء كمية من الزيت بين كل سنين متتاليين من أسنان كل ترس على حده من جهة وبين الجدار الداخلي لجسم المضخة (Pump Housing) من الجهة الأخرى (الخطوط الحمراء والبيضاء) وبدوران التروس يدور معها الزيت الموجود بين السنين حتى تصل إلى فتحة الخروج (Outlet Oil) ويتم ضخه إلى الدائرة الهيدروليكية باللون الأحمر.



الشكل رقم (٢٧) : طريقة عمل المضخة

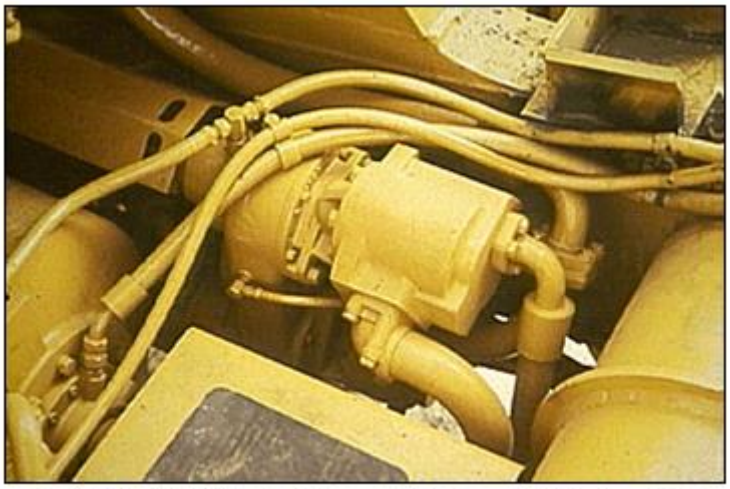
وتستخدم المضخة الترسية في التطبيقات التالية:

- دوائر الهيدروليك الرئيسية في البلدوزرات كما بالشكل رقم (٢٨).



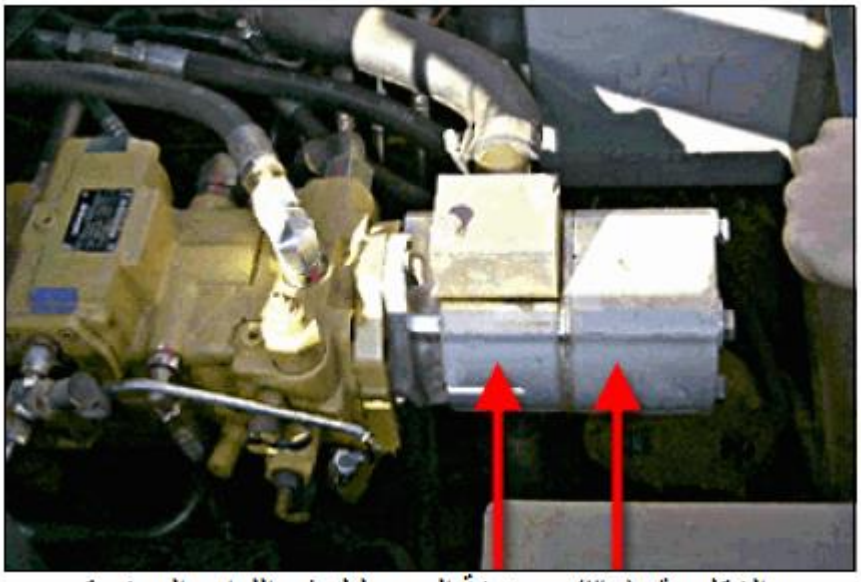
الشكل رقم (٢٨) : أحد تطبيقات المضخة الترسية

- دوائر الهيدروليك في توربينات الرياح.
- دوائر الهيدروليك الخاصة بالرفع في القلابات الضخمة المستخدمة في المحاجر والمناجم كما بالشكل رقم (٢٩).



الشكل رقم (٢٩) : دائرة الهيدروليك فى القلابات الضخمة

- في معدات النقل والرفع مثل اللوادر صغيرة الحجم كما بالشكل رقم (٣٠).

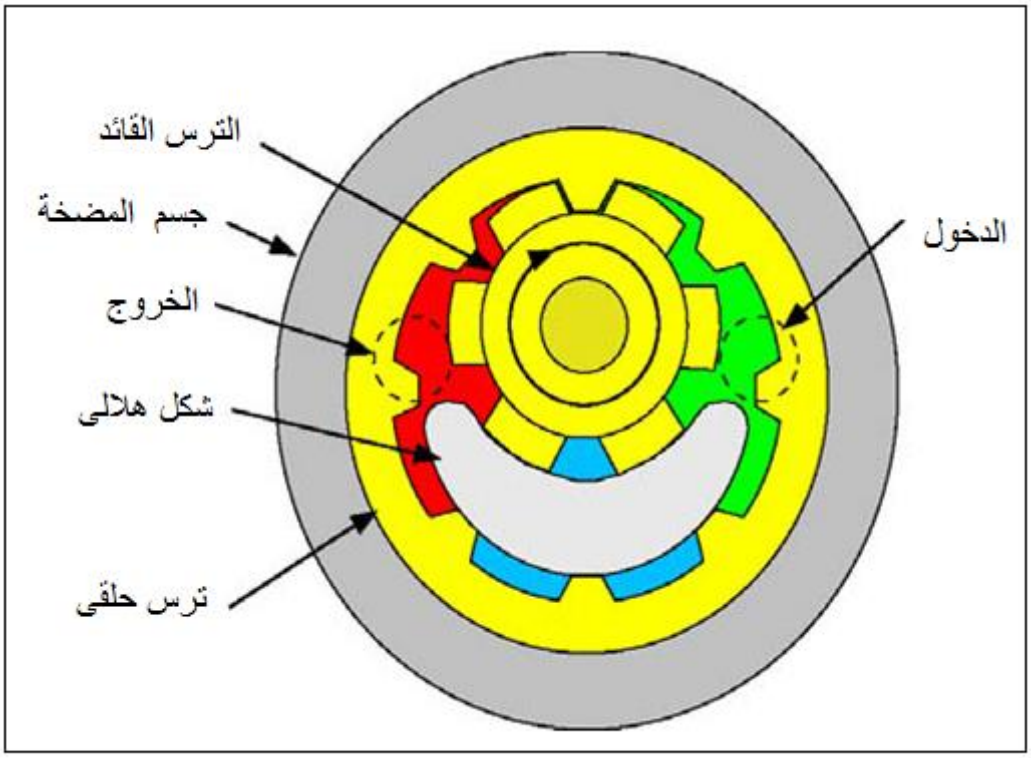


الشكل رقم (٣٠) : مضخة الهيدروليك فى اللوادر الصغيرة

المضخة الترسية ذات التروس الداخلية:

هذا النوع من المضخات الترسية يتكون من ترس قائد صغير يدير ترسا حلقيا كبيرا (Ring Gear) وهناك شكل هلالي (Crescent) ثابت موجود أسفل الترس القائد ومحصور بينه وبين الترس الحلقي وتوجد فتحتي دخول وخروج الزيت عند نهايتي هذا الهلال.

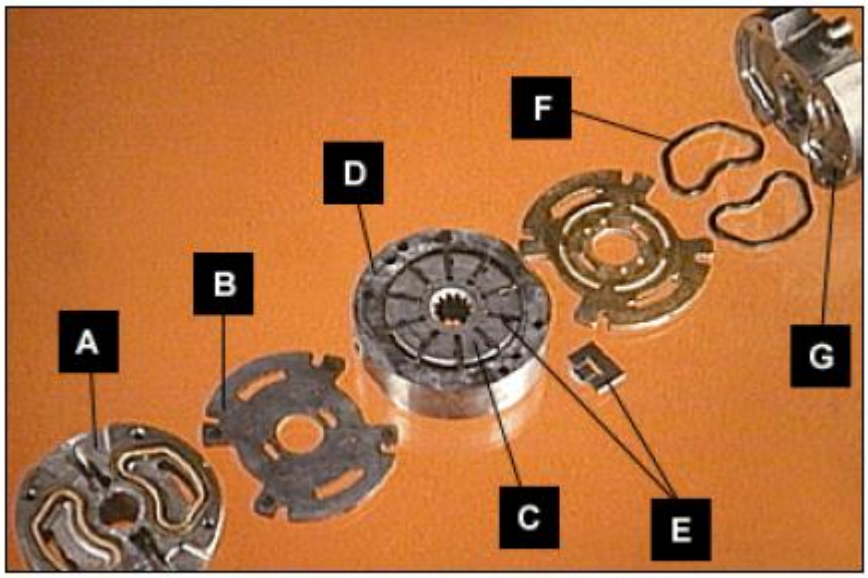
عند دوران الترس القائد وإدارته للترس الحلقي يتم سحب الزيت من الخزان خلال فتحة الدخول (اللون الأخضر) واحتواء كمية من الزيت بين كل سنيين متتاليين من أسنان كل ترس على حده من جهة وبين الجدار الداخلي للشكل الهلالي من الجهة الأخرى (اللون الأزرق) كما بالشكل رقم (٣١).



الشكل رقم (٣١) : المضخة الترسية ذات التروس الداخلية

المضخة ذات الريش:

المضخة ذات الريش ذات تدفق ثابت بالنسبة لعدد لفات عمود إدارتها في الدقيقة (أي أنها لا تغير معدل التدفق طالما عدد لفات عمود إدارتها في الدقيقة ثابت) ومن الممكن أن يحتوى هذا النوع من المضخات على فتحة سحب واحدة وفتحة ضخ واحدة كما هو موضح بالشكل رقم (٣٢) ومن مميزات هذه المضخة هو الدوران بنعومة وعمر تشغيل أطول.



الشكل رقم (٣٢) : المضخة ذات الريش

ومكونات المضخة ذات الريش:

A : جسم المضخة الطرفي.

B : اللوح المرن.

C : الجزء الدوار.

D : جسم المضخة الأوسط.

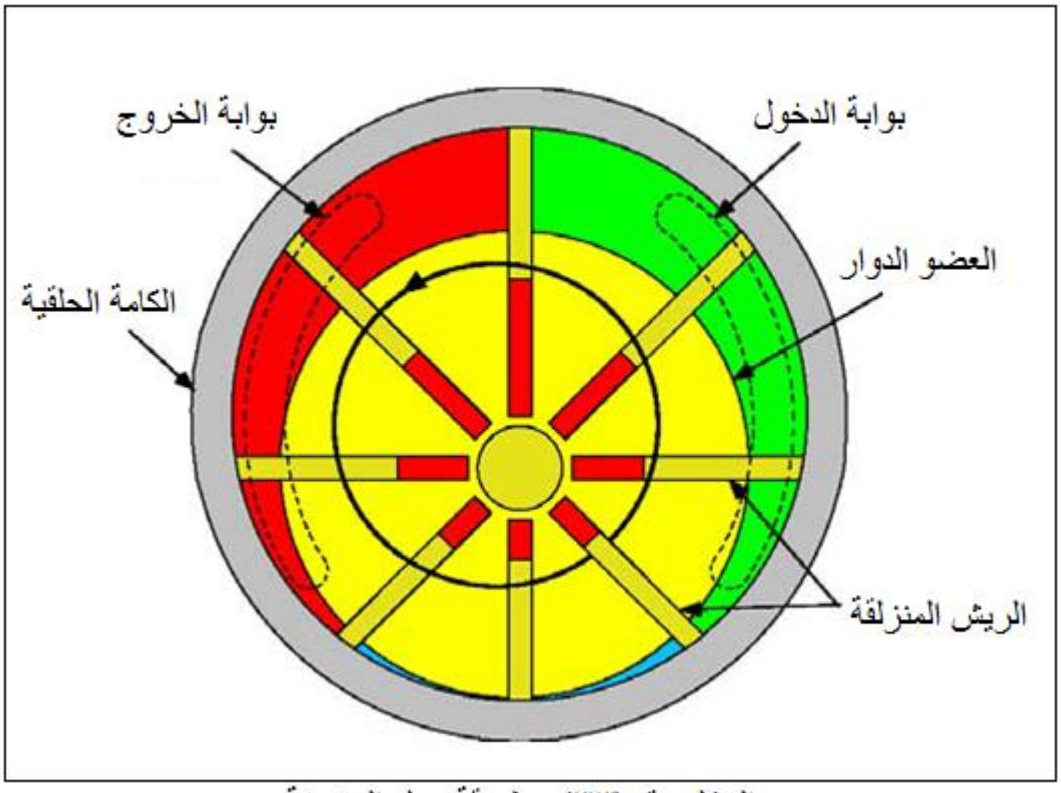
E : الريشة المنزلقة.

F : مانع التسريب.

G : جسم المضخة الطرفي.

طريقة عمل المضخة:

عند دوران عمود الإدارة الخاص بالمضخة فإنه يدير الجزء الدوار (Rotor) الذي يحتوى على مجموعة من الريش المنزلقة (Vanes) كما بالشكل رقم (٣٣).



الشكل رقم (٣٣) : طريقة عمل المضخة

أثناء الدوران تندفع الريش المنزلقة إلى الخارج بفعل القوة الطاردة المركزية وضغط الزيت أسفلها وتصيح ملامسة للجدار الداخلي للحلقة الحاوية للجزء الدوار (Cam Ring).

وتكون كل ريشتين متتاليتين مع الجار الداخلي لتلك الحلقة غرفة منفصلة ويزداد حجم هذه الغرف مع دوران الجسم الداخلي مما يسبب تخلخلا في الضغط داخل هذه الغرف فيتم سحب الزيت داخل هذه الغرف من خلال فتحة السحب بمساعدة الضغط الجوى أو ضغط الزيت.

وتكون كل ريشتين متتاليتين مع الجار الداخلي لتلك الحلقة غرفة منفصلة ويزداد حجم هذه الغرف مع دوران الجسم الداخلي مما يسبب تخلخلا في الضغط داخل هذه الغرف فيتم سحب الزيت داخل هذه الغرف من خلال فتحة السحب بمساعدة الضغط الجوى أو ضغط الزيت.

عند دخول الزيت من فتحة السحب فإنه يتم احتوائه داخل الغرف السابق ذكرها (والمكونة من كل ريشتين متتاليتين والجدار الداخلى لجسم المضخه) وبدوران الجزء الدوار والريش فإن الزيت يدور مع هذه الغرف حتى تصبح هذه الغرف عند اكبر حجم وباستمرار الدوران تبدأ هذه الغرف في الانكماش طاردة الزيت من فتحه الخروج (Outlet Port) وتضخه إلي الدائرة الهيدروليكية ومن مميزات هذا النوع بالإضافة إلى الميزتين السابقتين:-

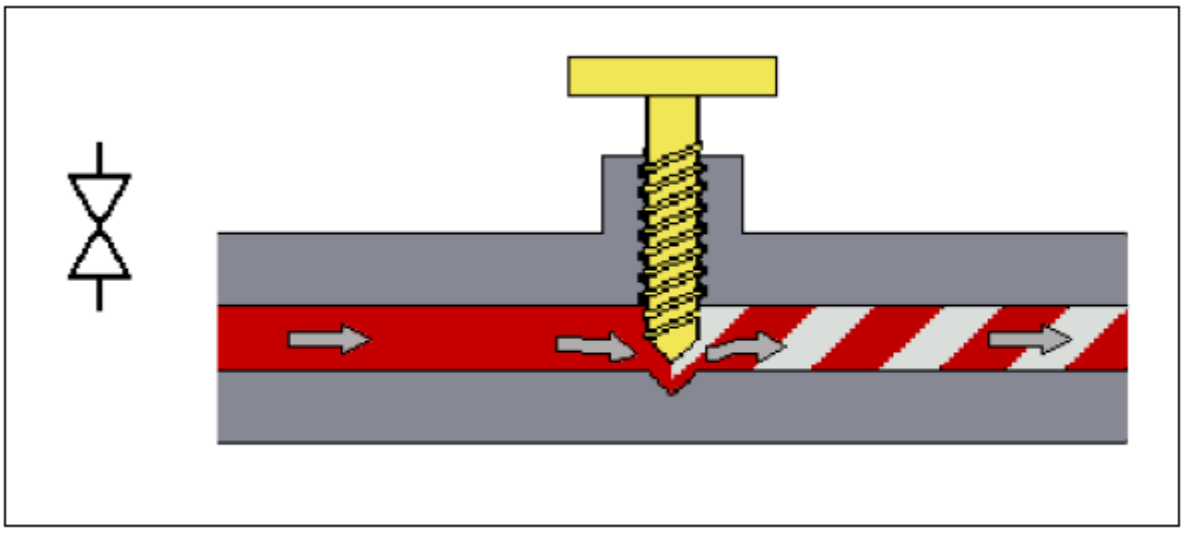
- اتزان أفضل للعضو الدوار.
- تعادل في التآكل للريش والسطح الداخلي لجسم المضخة.

وتستخدم المضخة ذات الريش في التطبيقات التالية:

- دوائر الهيدروليك الرئيسية في البلدوزرات.
- دوائر الهيدروليك ودوائر التوجيه والفرامل في توربينات الرياح والمعدات الخاصة بالاستصلاح الزراعي.

← الصمامات:

كل الدوائر الهيدروليكية تستخدم الصمامات لتفعيل الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية وتتحكم في متطلبات تدفق وضغط الزيت بالدائرة ومن الممكن تواجد هذه الصمامات في صورة منفردة أو مجمعة في جسم واحد أو مركبة معاً علي مجمع واحد وأبسط أنواع الصمامات وهو صمام الفتح والغلق المعروف وفيه يتم التحكم في تدفق الزيت بتحريك الصمام في اتجاه الإغلاق أو الفتح وهذا الصمام البسيط يمكنه أيضا التأثير علي الضغط في الدائرة فمثلا عندما تضيق الفتحة نتيجة لإغلاق الصمام جزئيا يحدث اختناق لتدفق الزيت مسببا انخفاض في ضغط الزيت بعد الصمام وهذه الظاهرة تسمي ظاهرة الاختناق كما بالشكل رقم (٣٥).



الشكل رقم (٣٥) : صمام الفتح والغلق

وتعتمد قيمة فرق الضغط عبر نقطة الاختناق علي معدل تدفق الزيت ومساحة فتحة المرور فلو كان معدل تدفق الزيت ثابتا فإن قيمة فرق الضغط تزيد كلما صغرت فتحة المرور ولو توقف تدفق الزيت فإن الضغط قبل وبعد فتحة المرور يصبح متساويا وإذا كان التدفق ثابتا فإن فرق الضغط عبر نقطة الاختناق يكون ثابتا أيضا فإذا زاد الضغط بعد فتحة المرور فسيترتب علي ذلك زيادة الضغط قبل فتحة المرور للحفاظ علي نفس قيمة الضغط وهذه الخاصية تستخدم في العديد من الصمامات كما ستري فيما بعد.

- **أنواع الصمامات:**

تنقسم الصمامات الهيدروليكية بصفة عامه إلي ثلاث مجموعات:

- **الصمامات الاتجاهية:**

وتتحرك في مسار الزيت داخل الدائرة ومن أمثلتها صمام اختيار الاتجاه وهو يستخدم للتحكم في اتجاه تشغيل الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية ومن أمثلة هذه الصمامات أيضا صمام عدم الرجوع وصمامات تحسين التدفق.

- **صمامات التحكم في التدفق:**

وهي صمامات خاصة تتحكم في معدل التدفق داخل الدائرة.

- **صمامات التحكم في الضغط:**

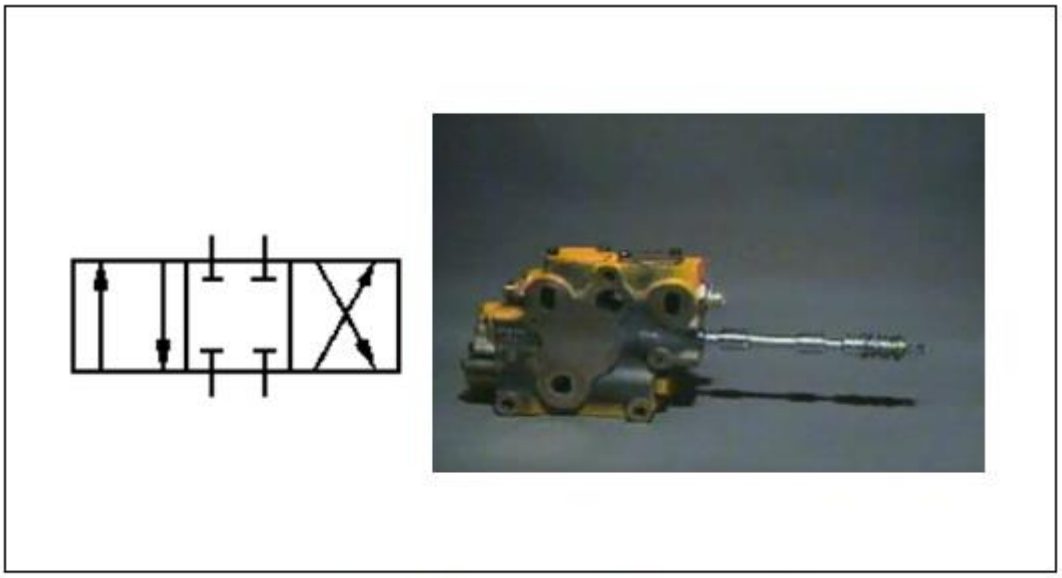
وتستطيع تحديد الضغط الأقصى داخل الدائرة أو تحافظ علي فرق ضغط معين بين دائرتين ومن أمثلتها الأنواع العديدة من صمامات الأمان وصمامات تخفيض الضغط وصمامات فرق الضغط.

- **الصمامات الاتجاهية:**

توفر هذه الصمامات الطرق الأولية للتحكم في عمل الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية والمكونات الأخرى وذلك بتوجيه مسار تدفق الزيت للدائرة المطلوبة وهناك ثلاثة أنواع من صمامات التحكم في الاتجاه وهي صمامات اختبار الاتجاه وصمامات عدم الرجوع وصمامات تحسين التدفق.

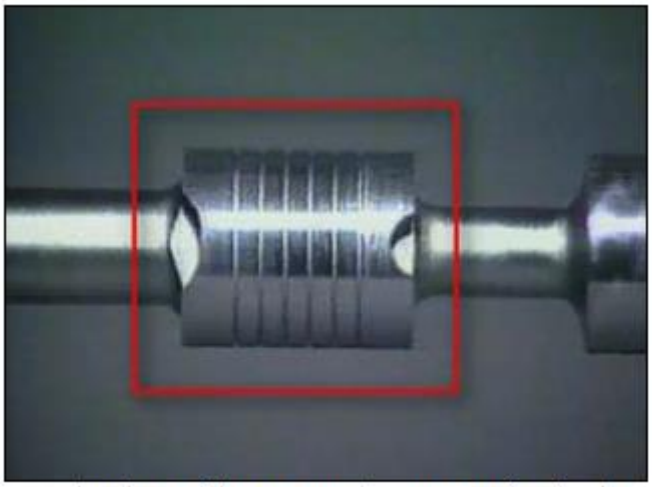
- **صمامات التحكم الاتجاهية:**

هذا النوع من الصمامات يقوم بالتحكم في عمل الاسطوانات والمحركات الهيدروليكية وبعض المكونات الأخرى في الدائرة الهيدروليكية وذلك بالسماح للصمام بتحديد اتجاه ومعدل تدفق الزيت ومعظم هذه الصمامات تحوي زراعا منزلقا (Spool) وهذا الذراع المنزلق يتحرك في اتجاه خطي في تجويف داخل جسم الصمام كما بالشكل رقم (٣٦).



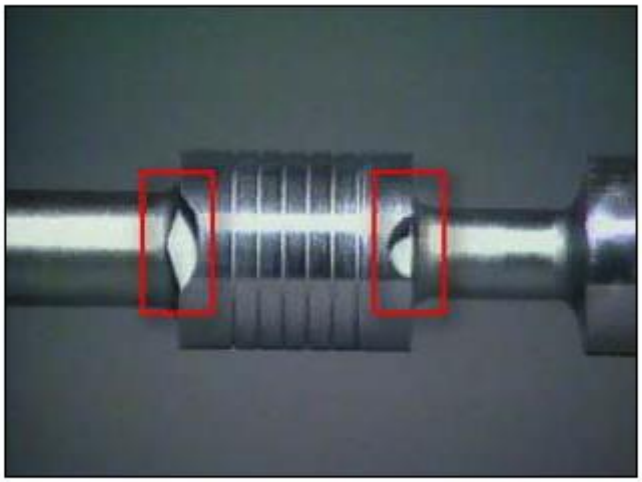
الشكل رقم (٣٦) : صمامات التحكم الاتجاهية

وهذا الذراع المنزلق له قطر كبير يسمي سطح الإغلاق (Lands) وهذا السطح يمكن أن يغلق أو يفتح فتحات مرور الزيت الموجودة في الصمام كما بالشكل رقم (٣٧).



الشكل رقم (٣٧) :سطح الاغلاق للذراع المنزلق

بعض الأنواع المنزلقة يكون بها تجاويف لخنق تدفق الزيت ووظيفة هذه التجاويف هي السماح لتدرج تدفق الزيت عند بداية ونهاية حركة الذراع المنزلق لمنع حدوث صرير عند فتح أو غلق فتحة مرور الزيت ولضمان تحكم أسهل وأدق في حركة الجزء المتدفق إليه الزيت (الاسطوانات أو المحركات الهيدروليكية) كما بالشكل رقم (٣٨).



الشكل رقم (٣٨) : تجاويف لخنق مرور الزيت فى الاذرع المنزلقة

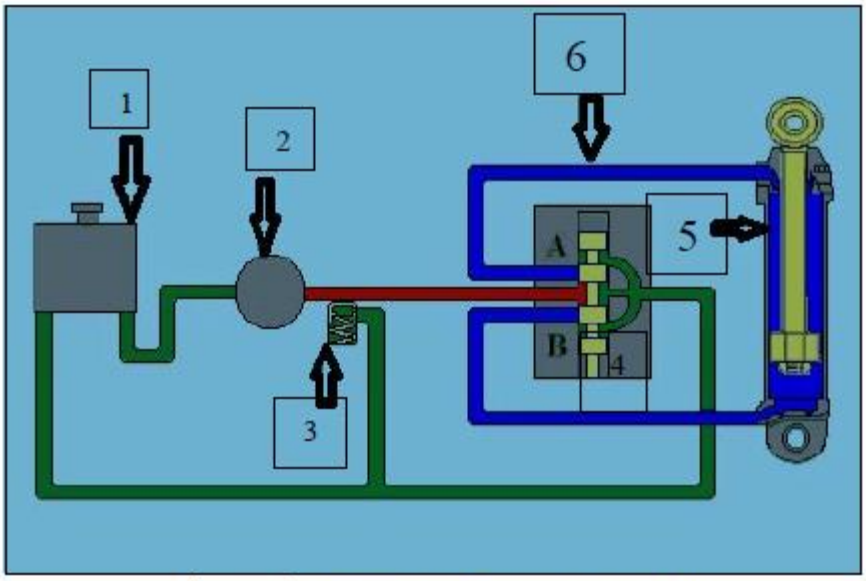
وبعض الأذرع المنزلقة لها تجاويف حول المرافق للتزييت وتسهيل حركتها حيث تقوم هذه التجاويف بحمل الزيت اللازم للتزييت مما يؤدى إلى تعويم هذه الأذرع على طبقة من الزيت مما يجعلها متمركزة وسهلة الحركة كما في الشكل رقم (٣٩).

الشكل رقم (٣٩) : تجاويف حول المرافق للتزييت

يتم المحافظة على وضع الذراع المنزلق العادي بواسطة سوست ويمكن تحريك هذا الذراع إلى أوضاع التشغيل يدويا أو كهربيا باستخدام المفتاح الكهربي (سولينويدز) أما الأذرع المنزلقة الكبيرة الحجم والصعبة التشغيل بدويا أو الموجودة في أماكن بعيدة عن متناول يد المشغل فمن الممكن تشغيلها باستخدام ضغط زيت التحكم (Pilot) وتدعي صمامات اختيار التي تشغل صمامات اختيار أخري بصمامات ذات التحكم بضغط الزيت.

- **طريقة عمل صمام التحكم الإتجاهي:**

الشكل رقم (٤٠) يبين دائرة هيدروليكية بسيطة تحتوي علي صمام تحكم اتجاهي ووظيفته هنا تشغيل اسطوانة هيدروليكية في كلا الاتجاهين.



الشكل رقم (٤٠) : دائرة هيدروليكية بسيطة

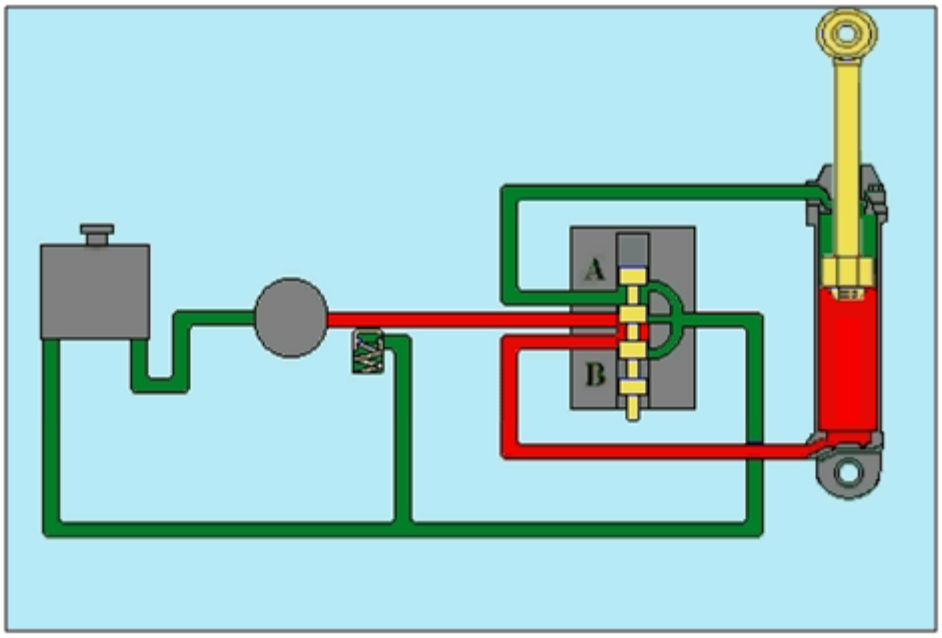
وتتكون الدائرة من :

١- خزان الزيت.
٢- مضخة.
٣- صمام تخفيف الضغط.
٤- صمام التحكم الاتجاهى.
٥- اسطوانة هيدروليكية.
٦- خطوط توصيل الزيوت.

عندما تبدأ المضخة (2) في الدوران فإنها تسحب الزيت من خزان الزيت (1) وتدفعه إلى الفتحة الوسطي من صمام التحكم الإتجاهى (4) فإن الذراع المنزلق (Spool) الموجود بالصمام يكون في وضعه الطبيعي وهو وضع الإغلاق أي أن أسطح الذراع المنزلق (spool) تغلق الفتحة المؤدية إلى الاسطوانة فيمنع مرور الزيت إلى الاسطوانة وبذلك تظل الاسطوانة في حالة سكون.

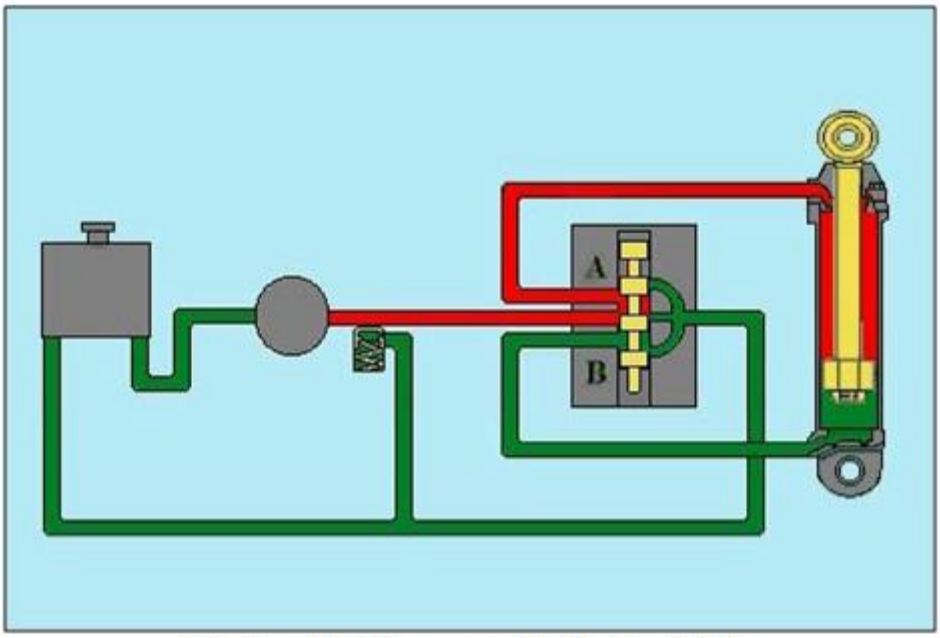
أما في الشكل رقم (٤١) فإننا قمنا بتحريك الذراع المنزلق (Spool) إلى أسفل مما أدى إلى توصيل فتحة دخول الزيت إلى الصمام مع الفتحة (B) الموصلة إلى أسفل الاسطوانة مما يدفع الكباس إلى أعلى أما الزيت الموجود

بأعلى الاسطوانة (فوق الكباس) فإنه يعود إلى الفتحة (A) في الصمام والتي تكون موصولة بدورها بفتحة رجوع الزيت إلى الخزان وبذلك تتم حركة الكباس لأعلى كما بالشكل رقم (٤١).



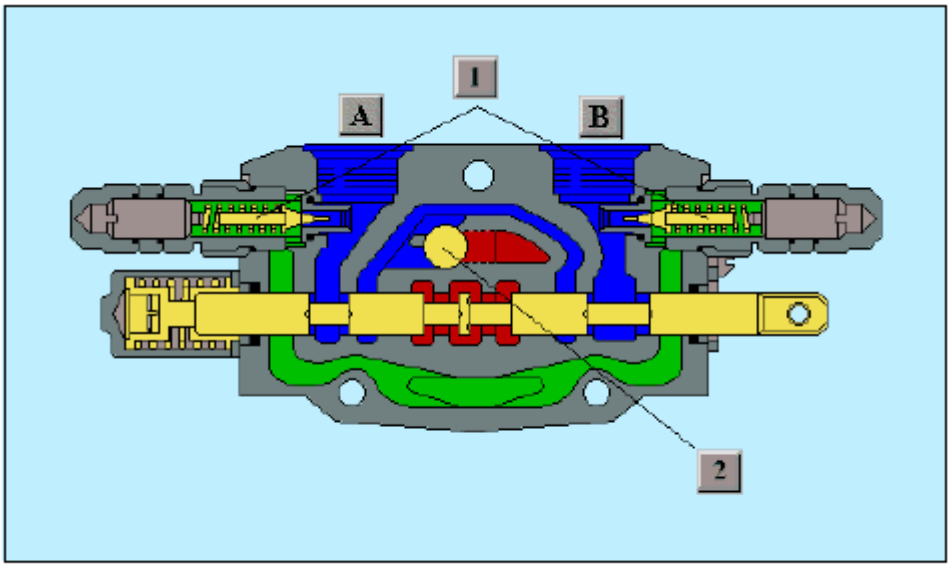
الشكل رقم (٤١) : يبين حركة الكباس الى أعلى

بينما نجد أن الذراع المنزلق (Spool) وقد تحرك إلى أعلى الوضع الطبيعي مما أدى إلى توصيل فتحة دخول الزيت إلى الصمام مع الفتحة (A) الموصلة إلى أعلى الاسطوانة مما يدفع الكباس إلى أسفل أما الزيت الموجود بأسفل الاسطوانة (تحت الكباس) فإنه يعود إلى الفتحة (B) في الصمام والتي تكون موصولة بدورها إلى فتحة رجوع الزيت إلى الخزان وبذلك تتم حركة الكباس إلى أسفل كما بالشكل رقم (٤٢).



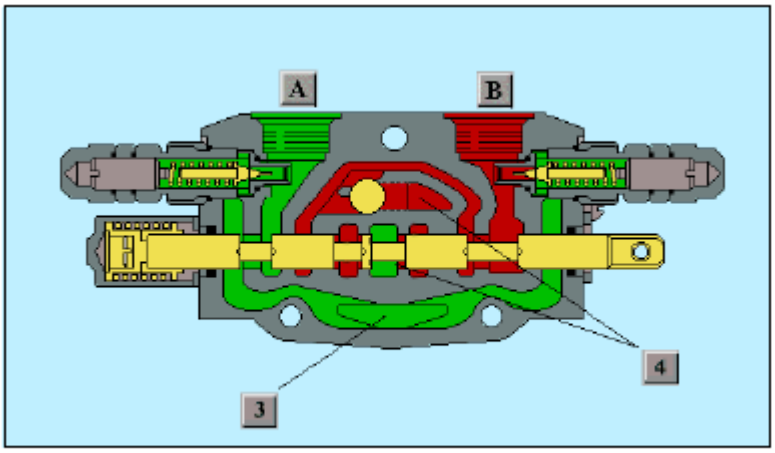
الشكل رقم (٤٢) : يبين حركة الكباس الى أسفل

أما إذا نظرنا عن قرب إلى الصمام وراقبنا طريقة عمله فإننا نجد الصمام في وضعه الطبيعي (وضع الإغلاق) كما بالشكل رقم (٤٣).



الشكل رقم (٤٣) : وضع الاغلاق الى الصمام عن قرب

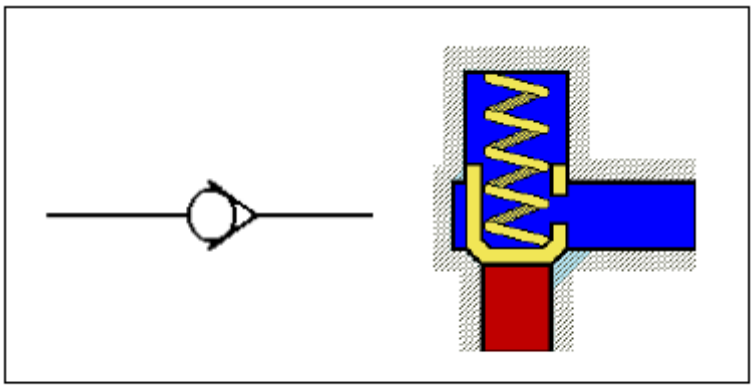
أما إذا تم تحريك الذراع المنزلق (Spool) جهة اليسار مما يؤدى إلى توصيل فتحة دخول الزيت (4) مع فتحة خروج الزيت (B) إلى الاسطوانة وأيضا توصيل فتحة عودة الزيت (A) من الاسطوانة بفتحة عودة الزيت (3) إلى الخزان كما في الشكل رقم (٤٤).



الشكل رقم (٤٤) : يبين تحريك الذراع المنزلق جهة اليسار

- **صمام عدم الرجوع:**

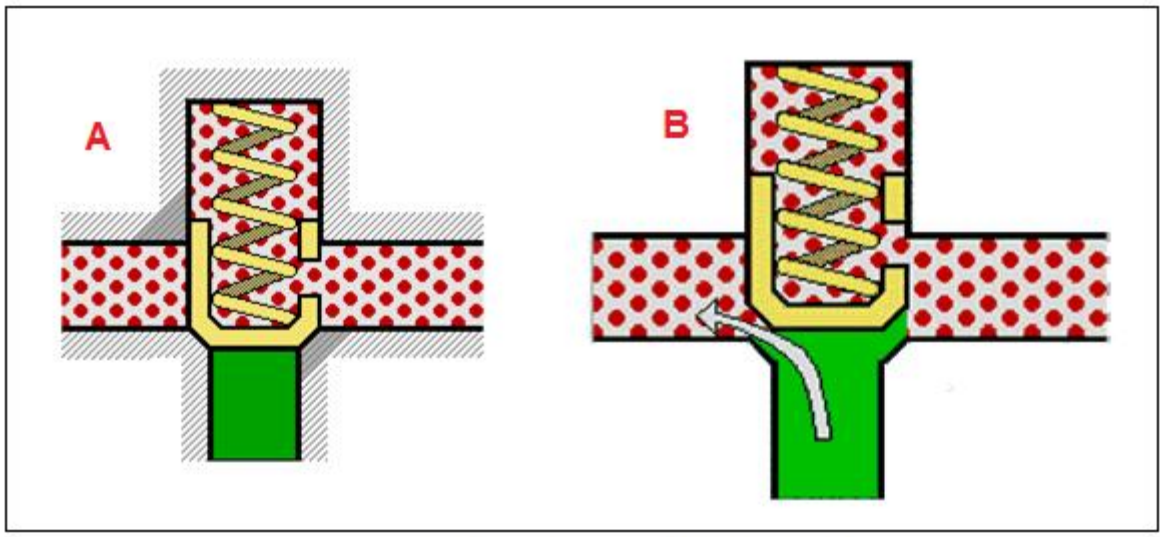
يمكن اعتبار صمام عدم الرجوع بأنه يتبع الصمامات الاتجاهية أو صمامات التحكم في التدفق ووظيفته الأساسية هي السماح بتدفق الزيت في اتجاه واحد فقط ومن التصميمات الشائعة الاستخدام الصمامات ذات الكباس أو الكرة مع الياي ويمكن استخدام صمام عدم الرجوع مدمجا مع نوعيات أخرى من الصمامات والشكل رقم (٤٥) يبين صمام عدم الرجوع.



الشكل رقم (٤٥) : صمام عدم الرجوع

- **صمام تعديل التدفق:**

صمام تعديل التدفق هو نوع من أنواع صمامات عدم الرجوع فهو يسمح للزيت الراجع بالتدفق مباشرة إلى خطوط الاسطوانة إذا كانت قيمة ضغط الزيت الراجع أكبر من قيمة ضغط الزيت الداخل إلى الاسطوانة وهذا يحمى الاسطوانة من تخلخل الضغط في جهة دخول الزيت عند تنزيل الحمل إلى أسفل حيث يقوم الحمل بتأثير وزنه بتفريغ زيت الاسطوانة أسرع من تدفق الزيت لها من المضخة ويستخدم هذا الصمام في التحكم في حركة نصل البلدوزر في حالة إنزاله إلى أسفل وصمامات التحكم في التدفق غالبا ما تستخدم لتنظيم سرعة الاسطوانة الهيدروليكية أو لتقسيم كمية الزيت المتدفق إلى أكثر من دائرة فرعية والشكل رقم (٤٦) يبين صمام تعديل التدفق.



الشكل رقم (٤٦) : صمام تعديل التدفق

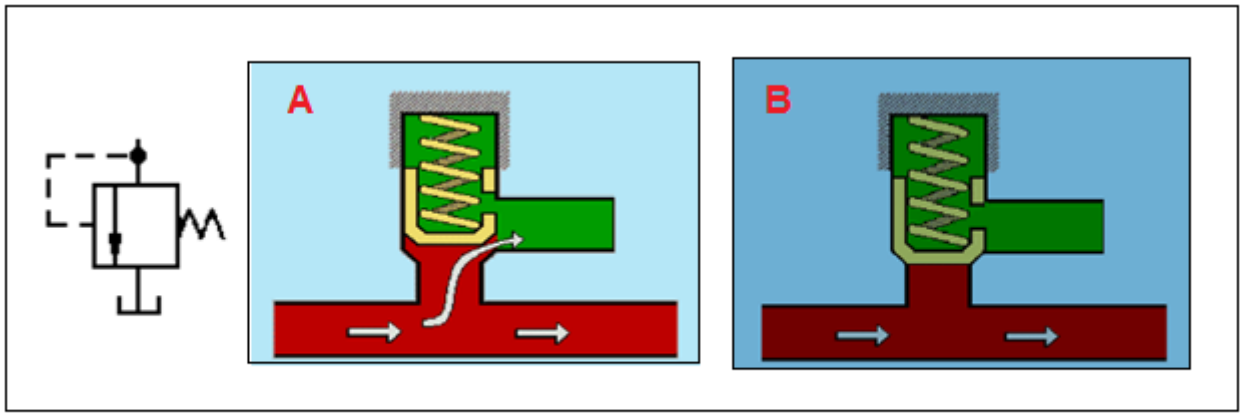
- **صمامات تخفيف الضغط:**

في مرحله تصميم الدوائر الهيدروليكية يقوم المصمم باختيار مكونات الدوائر طبقا لمتطلبات عملها من ناحية الضغوط ومعدلات التدفق ويكون لكل مكون أو جزء من مكونات أو أجزاء هذه الدوائر الهيدروليكية مواصفات خاصة من ضمنها أقصى ضغط للتشغيل فإذا زاد ضغط التشغيل عن الحد الأقصى الموصف لهذا الجزء فيكون هذا الجزء عرضة للتلف والتآكل والتحطم مما قد يسبب حوادث خطيرة كما أن زيادة الضغط عن الحد الأقصى قد

يؤثر على المحرك أو الموتور الكهربي الذي يدير مضخة هذه الدائرة الهيدروليكية وتفاديا لهذه المشكلة تزود الدوائر الهيدروليكية بأنواع مختلفة من صمامات تخفيف الضغط والتي تقوم بتحديد قيمه الضغط الأقصى للدائرة المركبة عليها وذلك لحماية المكونات من الضغوط الزائدة.

طريقه عمل صمام تخفيف الضغط:

يتكون صمام تخفيف الضغط البسيط من جسم الصمام وكباس وياي (سوستة) وفى الأحوال العادية يكون الكباس في وضع الإغلاق بقوة ضغط من الياي وهذه القوة محسوبة مسبقا طبقا للضغط الأقصى للصمام وفى حالة زيادة ضغط الزيت في الدائرة عن قوة ضغط الياي فإن الكباس يتحرك ويفتح المسار لكمية من الزيت سامحا بالمرور إلى الخزان للمحافظة على الحد الأقصى للضغط بالدائرة كما بالشكل رقم (٤٧).

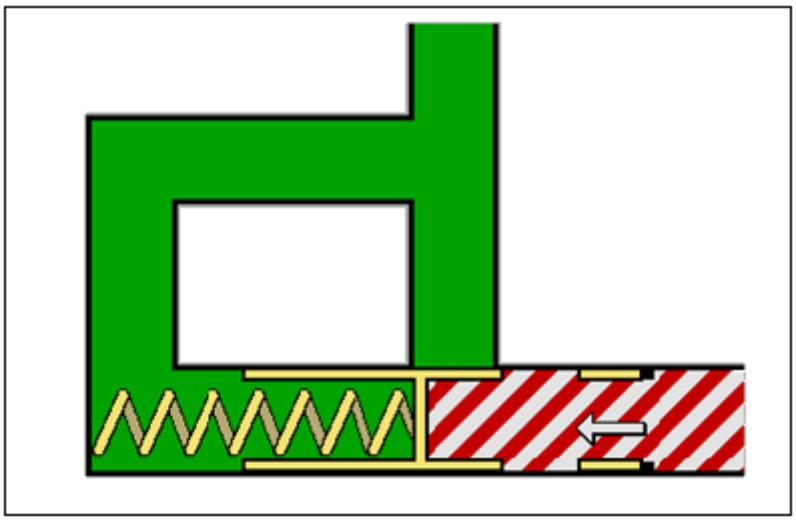


الشكل رقم (٤٧) : طريقة عمل صمام تخفيف الضغط

ويستخدم هذا الصمام في جميع الدوائر الهيدروليكية المستخدمة في المعدات الثقيلة وتستخدم بعض الأنواع الأكثر تعقيدا منه في الدوائر الهيدروليكية الخاصة بناقلات الحركة الأوتوماتيكية.

- **صمامات تثبيت فرق الضغط (صمام تتابع الضغط).**

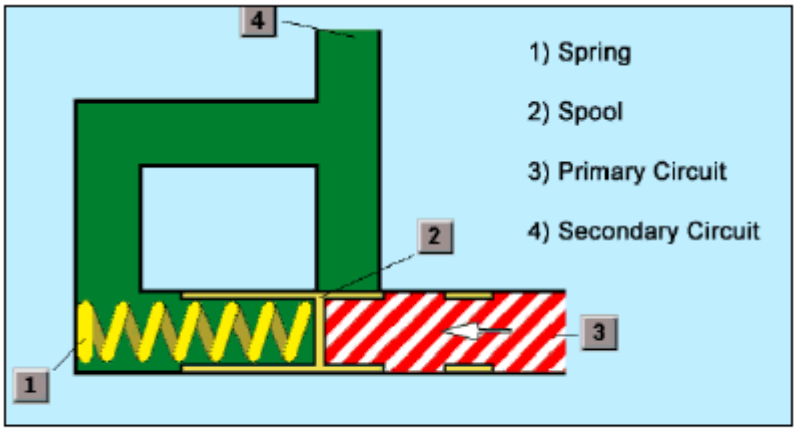
يقوم صمام تثبيت فرق الضغط بمد دائرتين بالزيت طبقا لترتيب محدد أو بالحفاظ على فرق ضغط ثابت بين دائرتين ويتكون هذا الصمام من اسطوانة تحكم منزلقة وياي وفتحة متصلة بالدائرة الأولية وفتحة أخرى متصلة بالدائرة الثانوية كما بالشكل رقم (٤٨).



الشكل رقم (٤٨) : تثبيت فرق الضغط

وطريقة عمل صمام تثبيت فرق الضغط أنه في البداية تقوم اسطوانة التحكم المنزلقة بغلق مسار الزيت القادم من الدائرة الأولية ويتجه إلى الدائرة الثانوية.

بمجرد انتهاء الدائرة الأولية من الحصول على متطلباتها على سبيل المثال: وصول كباس الاسطوانة إلى نهاية مشواره فإن ضغط هذه الدائرة يزيد ويبدأ في التغلب على قوة الياي فيحرك الكباس جهة اليسار مفسحاً المجال للزيت بالمرور من الدائرة الأولية إلى الدائرة الثانوية والشكل رقم (٤٩) يبين طريقة تثبيت فرق الضغط.



الشكل رقم (٤٩) : طريقة عمل تثبيت فرق الضغط

تحديد أعطال الصمامات:

إن الصمامات التي تعمل بكفاءة تكون في غاية الأهمية والدقة والحساسية لأي نظام هيدروليكي ولكن كيف تنهار الصمامات وما الذي يمكن عمله لحمايتها.

وتنهار الصمامات بالآتي:

- حدوث تسريب داخلي أو خارجي.
- حدوث كسر.

- تآكل أو إجهاد حركي عادى.
- حدوث التصاق.

وأهم الأسباب الشائعة لانهيار الصمامات هي:

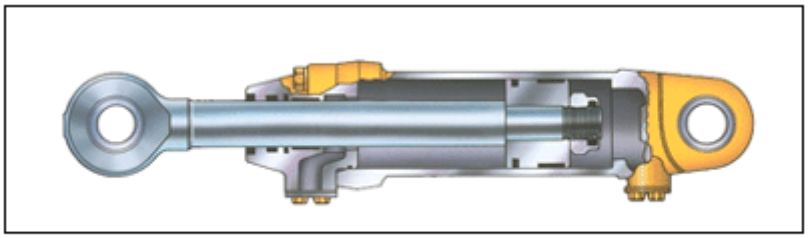
- التلوث بالأتربة والشوائب يسبب التصاق الأجزاء المتحركة بالصمامات ويسد الفتحات ويسبب تآكل بين الأجزاء المتحركة.
- زيادة الحرارة تسبب التصاق الأجزاء المتحركة نتيجة لتدهن الزيت كما تسبب انهيار ناتج عن إجهاد الياءات (السوست).
- التآكل الطبيعي.
- تركيب أو ضبط خطأ.
- انهيار موانع التسريب.

وعند انهيار الصمامات فقد نلاحظ إحدى المواقف التالية:

- تحكم مضطرب في أدوات المعدة التي يتم تحريكها هيدروليكياً.
- أداء سيئ للدائرة الهيدروليكية.
- حدوث تسريبات ملحوظة.

← الاسطوانات الهيدروليكية:

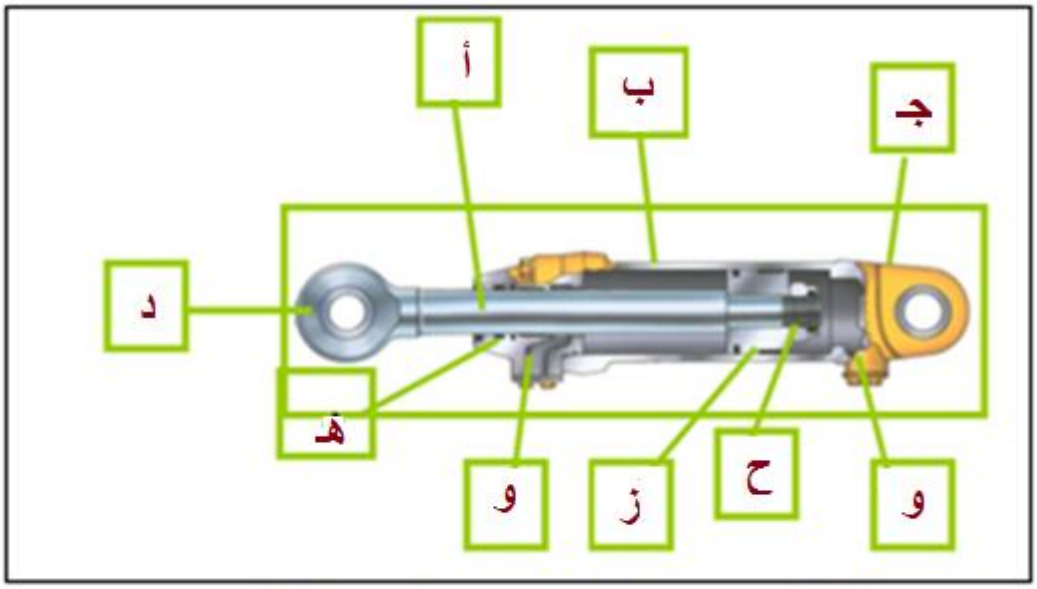
إن الغرض الرئيسي للأنظمة الهيدروليكية في المعدات الثقيلة هو تشغيل أدوات المعدة مثل أنصال البلدوزارات وغرافات اللوادر بقوة وكفاءة عالية وعادة ما يتم هذا باستخدام الاسطوانات الهيدروليكية التي تقوم بتحويل الطاقة الهيدروليكية إلى طاقة ميكانيكية في صورة حركة خطية كما بالشكل رقم (٥٠).



الشكل رقم (٥٠) : الاسطوانة الهيدروليكية

المكونات الرئيسية:

يمكن التعرف علي المكونات الرئيسية للاسطوانة الهيدروليكية من خلال الشكل التالي الذي يوضح لنا مكونات اسطوانة هيدروليكية مزدوجة التأثير وهي شائعة الاستخدام في العديد من المعدات الثقيلة كما بالشكل رقم (٥١).



الشكل رقم (٥١) : مكونات الاسطوانة الهيدروليكية الرئيسية

أ	عمود الكباس	Rod
ب	جسم الأسطوانة	Cylinder Tube
ج	مفصل الأسطوانة	Cap Eye
د	مفصل عمود الكباس	Rod Eye
هـ	رأس الأسطوانة	Cylinder Head
و	فتحات دخول و خروج الزيت	Connection Points
ز	الكباس	Piston
ح	صامولة الكباس	Piston Nut

أ- عمود الكباس:

هو العمود الذي يثبت عليه الكباس ويقوم بتحمل الحمل المنقول من أداة المعدة التي يحركها وهو يصنع عادة من الفولاذ عالي الشد والمغلف بطبقة من الكروم الصلب ويكون ذو درجة نعومة سطح عالية ومقاوم للتنقير والخدش.

ب- جسم الاسطوانة:

هو عبارة عن اسطوانة من الفولاذ مصبوب أو مبثوق من أنبوب فولاذي ملحوم به غطاء عند احدي نهايته ويكون السطح الداخلي للاسطوانة ذو نوعية عالية.

ج- مفصل الاسطوانة:

يسمح هذا المفصل بربط الاسطوانة الهيدروليكية من ناحية الكباس بجسم المعدة أو بأداة المعدة المراد تحريكها مع السماح للاسطوانة بالدوران حوله.

د- مفصل عمود الكباس:

ويسمح هذا المفصل بربط عمود الكباس بجسم المعدة أو بأداة المعدة المراد تحريكها مع السماح لعمود الكباس بالدوران حوله.

ه- رأس الاسطوانة:

يغطى رأس الاسطوانة النهاية المفتوحة من الاسطوانة الهيدروليكية ويكون به فتحة دائرية يمر من خلالها عمود الكباس وتسمح بحركته إلى داخل أو خارج الاسطوانة ويمكن أن يثبت عن طريق قلاووظ مع الاسطوانة أو عن طريق ربطه بالاسطوانة باستخدام مسامير الربط المقلوظة وتحوى رأس الاسطوانة أيضا فتحة لدخول أو خروج الزيت.

و- فتحات دخول وخروج الزيت:

هذه الفتحات هي نقاط اتصال الاسطوانة الهيدروليكية بخطوط الزيت وهى تسمح بدخول الزيت إلى الاسطوانة أو برجوعه إلى خطوط التوصيل.

ز- الكباس:

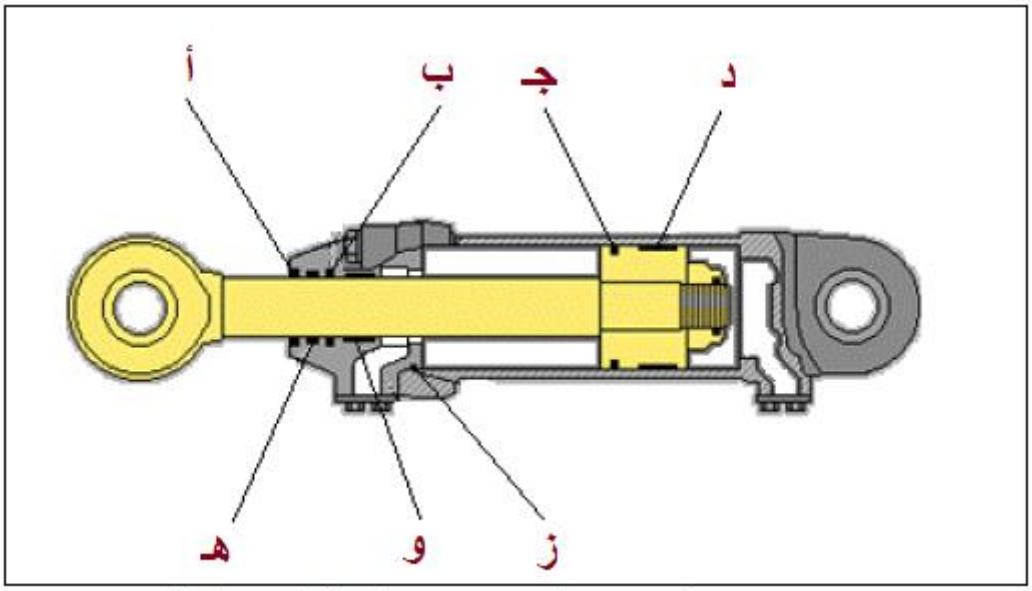
الكباس هو قرص مصنوع من الفولاذ ومثبت على نهايته عمود الكباس وعندما يؤثر أي ضغط هيدروليكي على إحدى جانبي هذا الكباس فإنه يسبب حركة عمود الكباس إلى داخل أو خارج الاسطوانة.

ح- صامولة الكباس:

تقوم هذه الصامولة بتثبيت الكباس إلى عمود الكباس.

موانع التسريب بالاسطوانة الهيدروليكية:

يوجد بالاسطوانة الهيدروليكية العديد من الأنواع المختلفة من موانع التسريب (صوفة) كما بالشكل رقم (٥٢- أ).



الشكل رقم (٥٢- أ): موانع التسريب بالاسطوانة الهيدروليكية

أ	صوفة العمود الخارجية	Rod Wiper
ب	صوفة العمود الداخلية	Rod Buffer
ج	صوفة الكباس	Piston Seal
د	حلقة تمركز الكباس	Piston Wear Ring
هـ	صوفة العمود الوسطى	Rod Seal
و	حلقة تمركز العمود	Rod Wear Ring
ز	صوفة الرأس	Head Seal

صوفة العمود الخارجية:

وهى تستخدم لمنع الأتربة من الدخول إلى داخل الاسطوانة

صوفة العمود الداخلية:

هي صوفة ثانوية لمنع وصول الشوائب والحبيبات الصلبة الموجودة في الزيت إلى صوفة العمود الوسطي.

صوفة الكباس:

تمنع تسرب الزيت بين الكباس وجسم الاسطوانة.

حلقة تمركز الكباس:

تساعد على المحافظة على الكباس في مركز الاسطوانة وتحمى جسم الاسطوانة الداخلي من التقشير بفعل حركة الكباس.

صوفة العمود الوسطي:

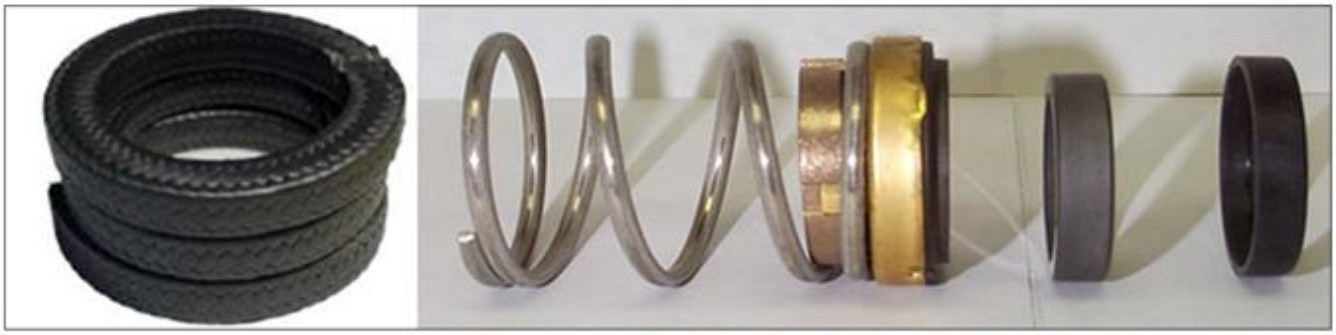
هي صوفة العمود الرئيسية وتمنع تسرب الزيت إلى خارج الاسطوانة.

حلقة تمركز العمود:

تساعد على المحافظة على العمود في مركز رأس الاسطوانة وتحمى العمود من التقشير بفعل رأس الاسطوانة.

صوفة الرأس:

تمنع التسريب بين رأس وجسم الاسطوانة والشكل رقم (٥٢- ب) يبين أشكال مختلفة لموانع التسريب.

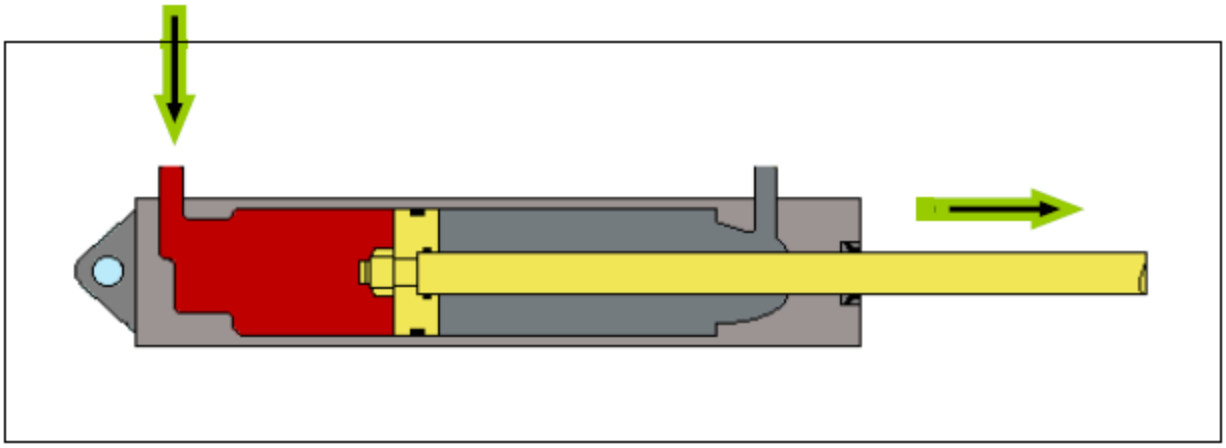


الشكل رقم (٥٢- ب) : أشكال مختلفة من موانع التسريب

أنواع الاسطوانات:

- **الاسطوانات أحادية التأثير:**

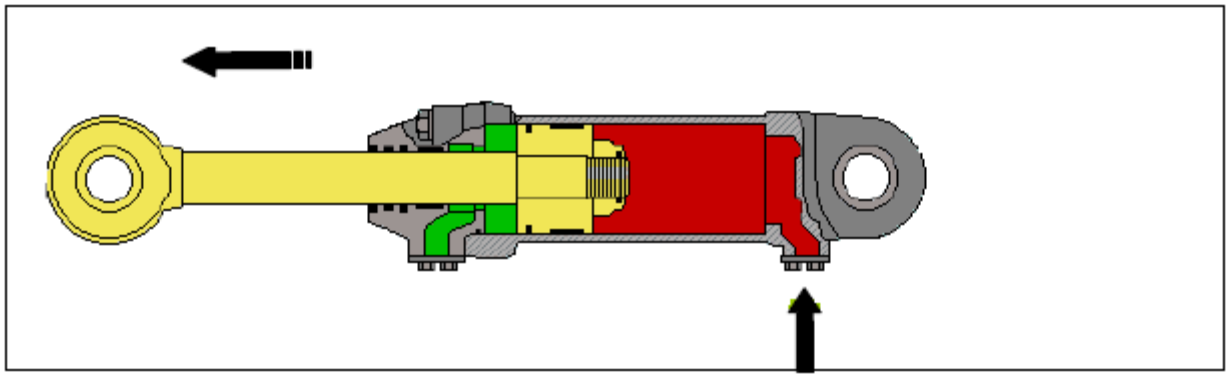
في هذا النوع من الاسطوانات يكون ضغط الزيت فعالاً في اتجاه واحد فقط أما في الاتجاه الآخر فيتحرك الكباس تحت تأثير القوى الخارجية المؤثرة على عمود الكباس مثل الوزن أو تحت تأثير سوستة داخلية في الجهة الأخرى من الكباس كما بالشكل رقم (٥٣).



الشكل رقم (٥٣) : اسطوانة احادية التأثير

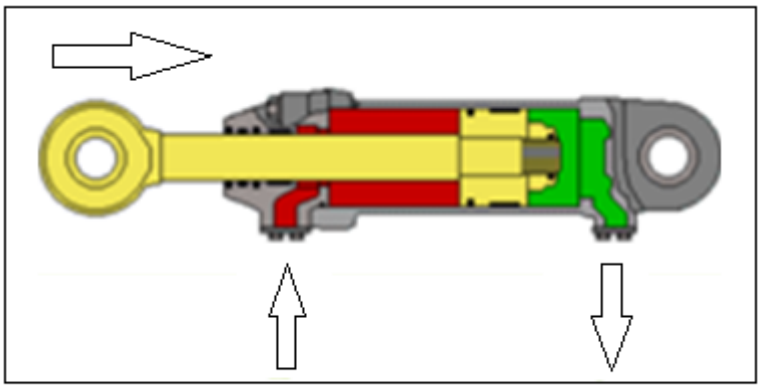
- **الاسطوانات مزدوجة التأثير:**

في هذا النوع من الاسطوانات يكون ضغط الزيت مؤثراً في كلا الاتجاهين فعندما يدخل الزيت إلى الاسطوانة من جهة الكباس فإن ضغط الزيت يدفع الكباس إلى الخارج وفى هذه الحالة يتم إرجاع الزيت الموجود في الجهة الأخرى من الكباس إلى خزان الزيت كما بالشكل رقم (٥٤).



الشكل رقم (٥٤) : اسطوانة مزدوجة التأثير

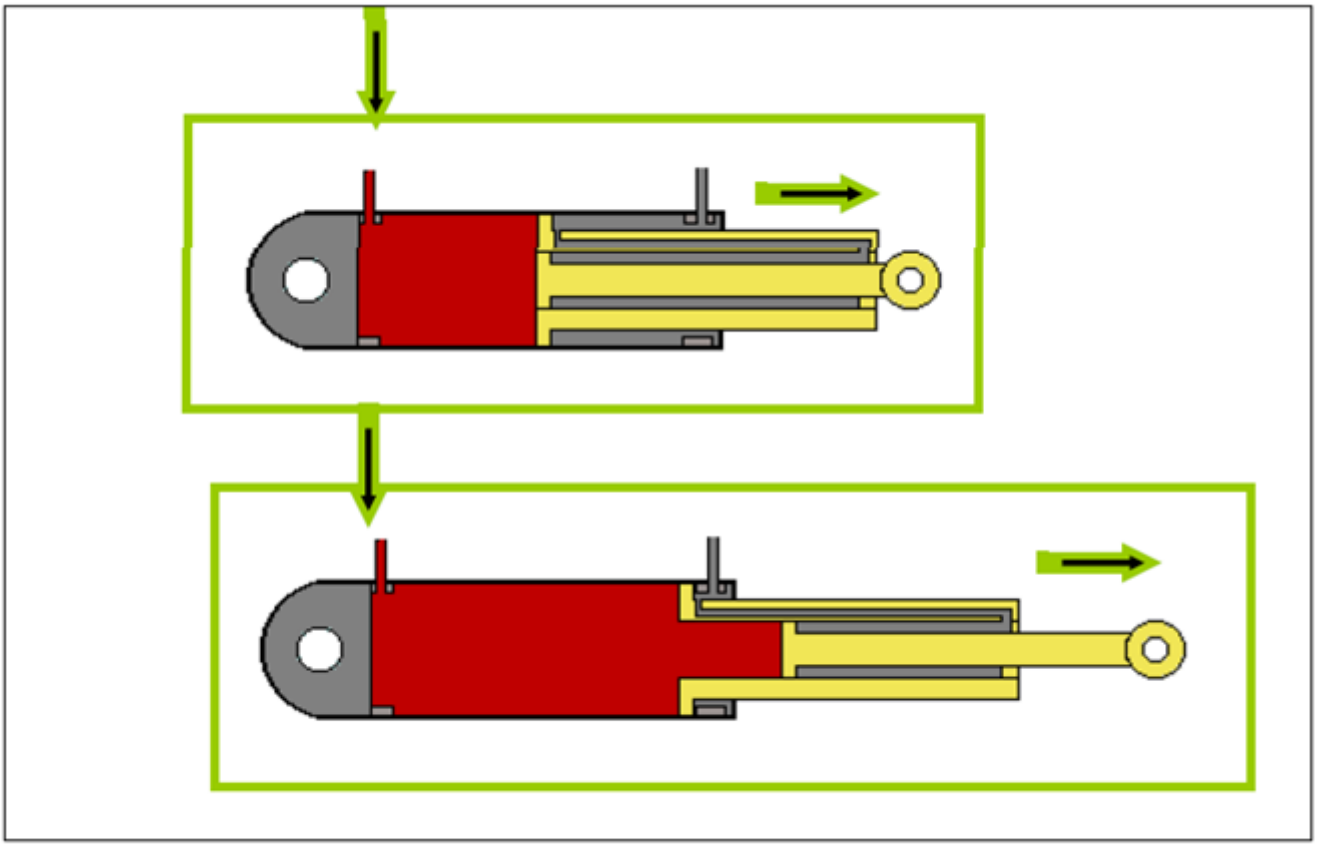
وعندما يدخل الزيت إلى الاسطوانة من جهة عمود الكباس فإن ضغط الزيت يدفع الكباس إلى الداخل وفى هذه الحالة يتم إرجاع الزيت الموجود خلف الكباس إلى خزان الزيت كما بالشكل رقم (٥٥).



الشكل ر قم (٥٥) : طريقة عمل اسطوانة مزدوجة الشكل

- **الاسطوانة التلسكوبية أحادية التأثير:**

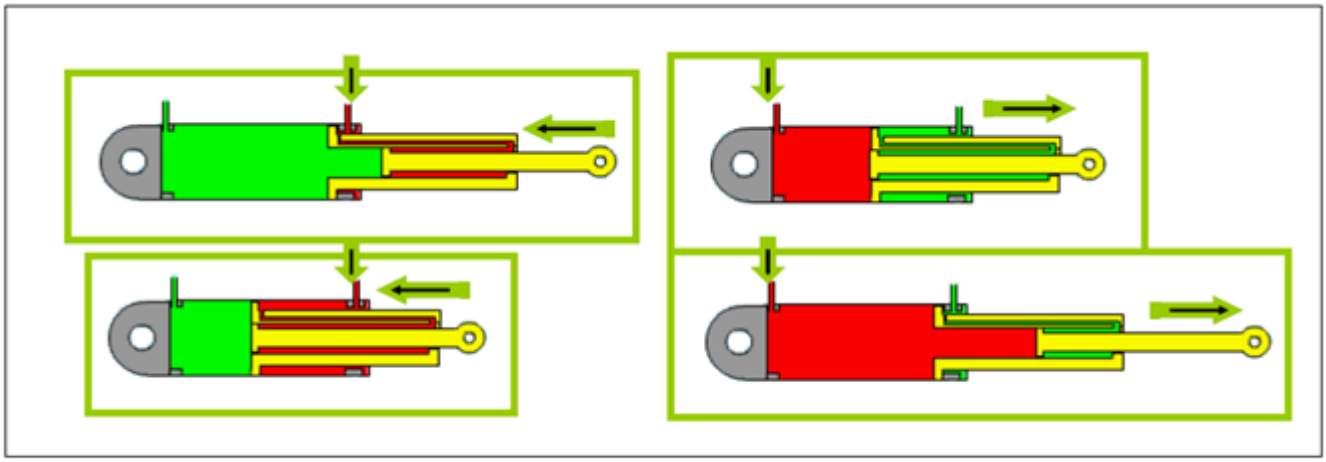
تتكون هذه الاسطوانة كما هو موضح بالشكل رقم (٥٦) من عدة وصلات تليسكوبية متداخلة مثل إريال الراديو وهنا أيضا يكون ضغط الزيت الفعال في اتجاه واحد فقط ويقوم بتحريك الوصلة الخارجية أولا إلى الخارج ثم تليها الوصلات الداخلية تباعا والترتيب وتعود الوصلات إلى الداخل تحت تأثير القوى الخارجية المؤثرة على الاسطوانة مثل الوزن.



الشكل رقم (٥٦) : الاسطوانة التلسكوبية أحادية التأثير

- **الاسطوانة التلسكوبية مزدوجة التأثير:**

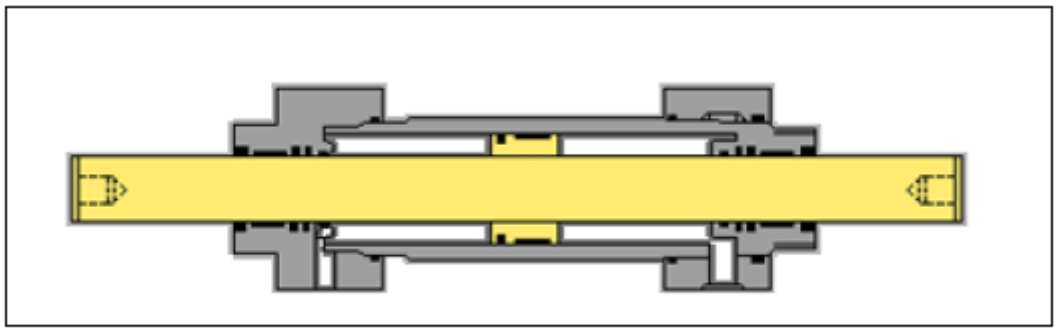
يتكون هذا النوع من الاسطوانات أيضا من مجموعة من الوصلات التلسكوبية كما هو موضح بالشكل رقم (٥٧) ويكون ضغط الزيت فيها فعالا في كلا الاتجاهين فعند دخول الزيت من أسفل الوصلات فإن ضغط الزيت يقوم بتحريك الوصلة الخارجية أولا إلى الخارج ثم تليها الوصلات الداخلية تباعا وبالترتيب وعند دخول الزيت من أعلى الوصلات فإن الضغط يحرك الوصلة الداخلية أولا إلى الداخل ثم تليها الوصلات الخارجية تباعا وبالترتيب وفى بعض التطبيقات تتحرك الوصلات إلى الداخل بتأثير الوزن.



الشكل رقم (٥٧) : الاسطوانة التلسكوبية مزدوجة التأثير

- **الاسطوانة ذات الكباس مزدوج العمود:**

في هذا النوع من الاسطوانات يكون الكباس مركباً على عمود بارز من جهتي الاسطوانة ويمكنه التأثير من كلا جهتي الاسطوانة كما هو موضح بالشكل رقم (٥٨) وتكون المساحة التي يؤثر عليها الضغط في الكباس متساوية من الجهتين وبالتالي تكون القوى المؤثرة متساوية من الجهتين.



الشكل رقم (٥٨) : الاسطوانة ذات الكباس مزدوج العمود

تحديد أعطال الاسطوانات:

الاسطوانة هي أكثر المكونات تعرضا للقوى الخارجية من بين جميع مكونات الدائرة الهيدروليكية فهي تتحمل كامل الحمل المنقول من أدوات المعدة المستخدمة وتكون معرضة لظروف تشغيل صعبة لذا فسوف نتعرض في هذا الجزء لصيانة وإصلاح الاسطوانات.

أنواع انهيارات الاسطوانات:

في حالة انهيار الاسطوانة فإن هذا الانهيار يكون في إحدى الصور التالية:

- تسريب زيت داخلي أو خارجي.
- كسور أو انثناء أو تشوه.
- حدوث تنقير أو خدوش.

أسباب انهيار الاسطوانات:

قد تنهار الاسطوانة لأسباب عديدة وأكثر الأسباب شيوعاً منها:

- شوائب بالزيت تسبب تنقير أو خدوش.
- حدوث ضغط زائد.
- إساءة استخدام من المشغل.
- خطأ في التجميع.
- حدوث تآكل.

مؤشرات انهيار الاسطوانات:

المؤشرات التالية قد تشير إلى انهيار الاسطوانات:

- تسريب زيت.
- تحرك الكباس في زمن معين مسافة اكبر من اللازم وذلك مع عدم ضخ الزيت إلى الاسطوانة.
- حدوث شروخ في احد أجزاء الاسطوانة.
- تنقير أو خدوش في عمود الكباس.

← الأنظمة الهيدروليكية:

تسمى الأنظمة الهيدروليكية المختلفة طبقا لأنواع المكونات الأساسية المستخدمة فيها أو طبقا لخصائص النظام المستخدم فمثلا النظام المشغل بضغط الزيت الموجه هو النظام الذي يحتوى على صمامات يتم تشغيلها بضغط الزيت الموجه وفيما يلي بعض المصطلحات استخداما في تصنيف الأنظمة الهيدروليكية:

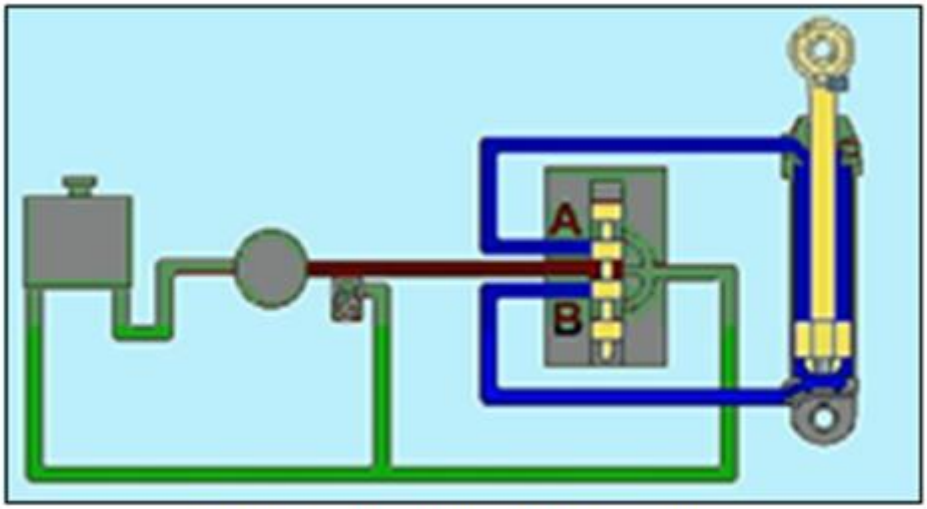
Open Center System	النظام ذو المركز المفتوح
Closed Center System	النظام ذو المركز المغلق
Fixed Displacement	السعة الثابتة
Variable Displacement	السعة المتغيرة
Manually Operated	المشغل يدوياً
Pilot Operated	المشغل بضغط الزيت الموجه

- **الأنظمة ذات المراكز المفتوحة والمغلقة:**

يتم تسمية النظام بأنه ذو مركز مفتوح أو مغلق طبقاً لنوعية صمامات التحكم الاتجاهية المستخدمة في تشغيل الاسطوانات الهيدروليكية في هذا النظام.

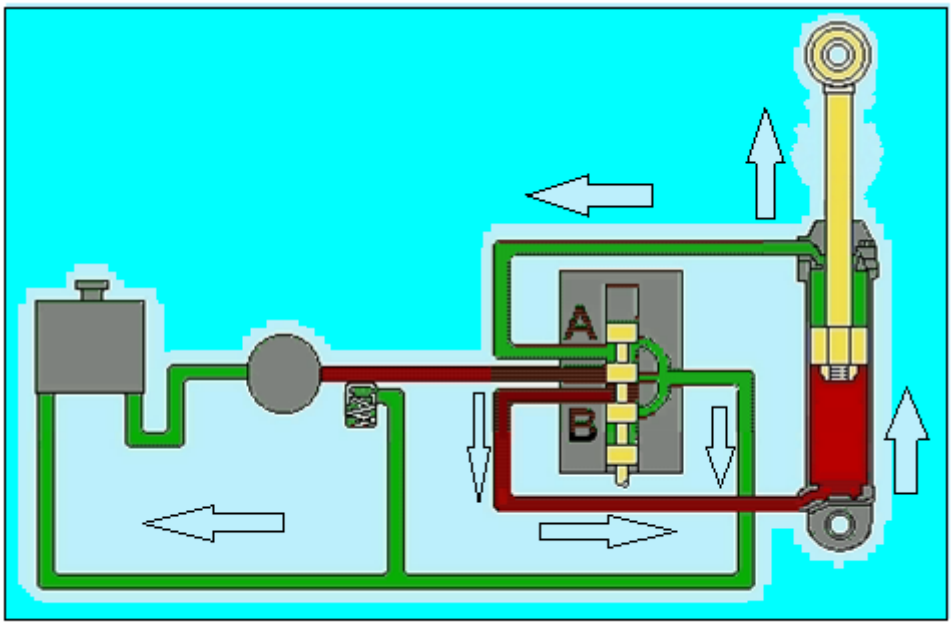
- **النظام ذو المركز المفتوح:**

في هذا النظام البسيط ذو المركز المفتوح في وضع الثبات أو الوضع الطبيعي للصمام الإتجاهي المفتوح المركز يتم توجيه زيت المضخة بالكامل إلي الخزان وتكون الفتحتان A ، B مغلقتين كما بالشكل رقم (٥٩).



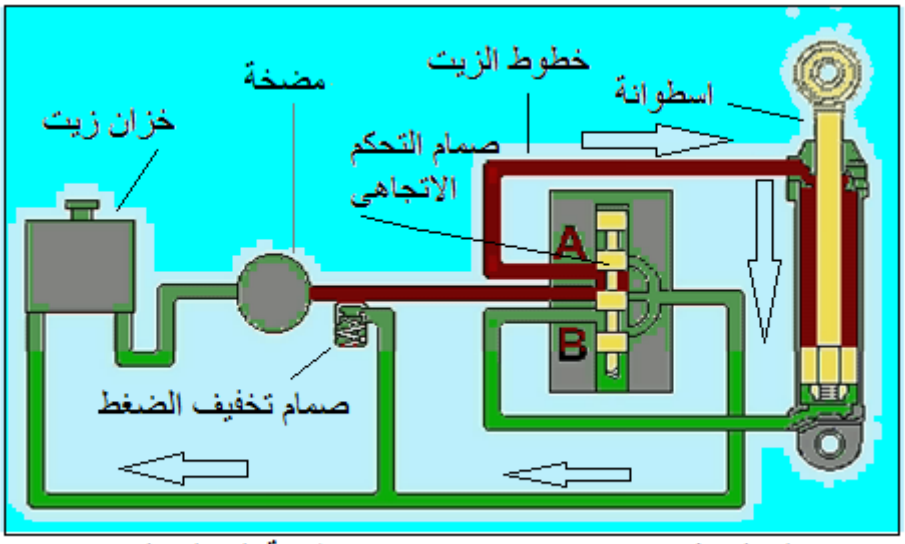
الشكل رقم (٥٩) : النظام ذو المركز المفتوح

وعندما يتحرك قلب الصمام إلي أسفل كما هو موضح في الشكل رقم (٦٠) فإن الزيت يتدفق من المضخة إلي الفتحة B حيث يتم دفع مكبس الاسطوانة إلي الخارج.



الشكل رقم (٦٠) : يبين دفع مكبس الاسطوانة الى الخارج

أما عندما يتحرك قلب الصمام إلي أعلي كما هو موضح الشكل رقم (٦١) فإن الزيت يتدفق من المضخة إلى الفتحة A حيث يتم دفع مكبس الاسطوانة إلي الداخل.



الشكل رقم (٦١) : يبين دفع مكبس الاسطوانة الى الداخل

وعند وصول المكبس إلى إحدى نهايتي مشواره فإن الضغط يزداد حتى يصل إلى ضغط صمام تحديد الضغط مما يؤدى إلى فتح هذا الصمام وتوجيه الزيت المتدفق من المضخة إلى الخزان ليحمى الدائرة الهيدروليكية من الضغوط الزائدة.

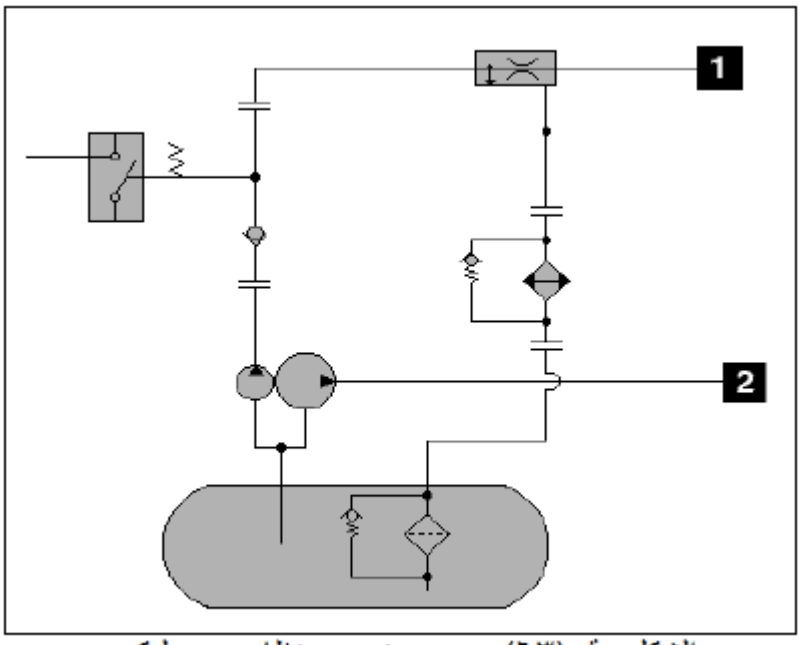
- **الأنظمة الثابتة والمتغيرة السعة:**

يسمى النظام الهيدروليكي بنظام ثابت أو متغير السعة طبقا لنوع المضخة التي تمده بالزيت.

- **النظام الهيدروليكي ثابت السعة:**

يحتوى هذا النظام على مضخة ثابتة السعة وفى حالة المضخة ذات السعة الثابتة فإن كمية الزيت المتدفق من المضخة تتأثر فقط بسرعة دوران المضخة وعندما يدور محرك المضخة إلى أعلى سرعة فإن المضخة تعطى أعلى تدفق لها وبالتالي يعتبر هذا النظام سريع الاستجابة.

وهناك بعض القيود على النظام ذو السعة الثابتة فالحرارة تتولد بسبب أن المضخة في حالة شغل مستمر لتمد النظام بالزيت سواء استخدم أو لم يستخدم كما أن المضخة ذات التدفق الثابت تستهلك قدرة المحرك التي يمكن أن تستغل في أغراض أخرى عند عدم الحاجة للقوة الهيدروليكية والشكل رقم (٦٢) يوضح رسماً تخطيطياً لجزء من نظام هيدروليكي ثابت السعة لإحدى توربينات الرياح ولاحظ أن هناك مضختين ثابتتى السعة إحداهما تمد دائرتا الفرامل والتوجيه (1) والأخرى تمد الدائرة الهيدروليكية (2).

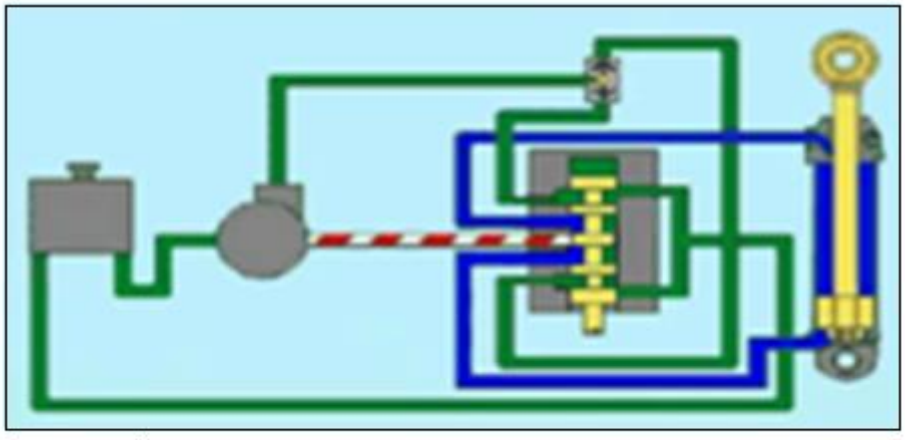


الشكل رقم (٦٣) : يبين جزء من نظام هيدروليكى

- **النظام الهيدروليكي المتغير السعة:**

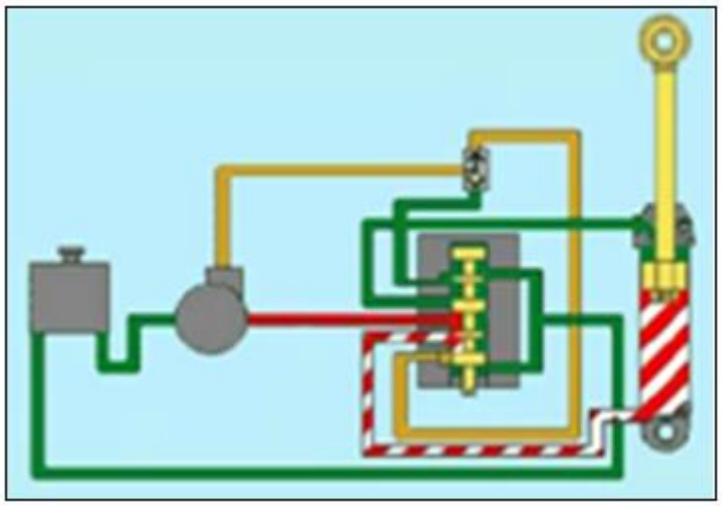
يحتوى هذا النظام على مضخة متغيرة السعة وفى حالة المضخة ذات السعة المتغيرة فإن كمية الزيت المتدفق من المضخة تتأثر باحتياج الدائرة لها وهذا يتم عن طريق صمام التحكم في المضخة الذي يحس بضغط التشغيل ثم يقوم بضبط المضخة لتمد النظام بكمية الزيت التي يحتاجها فقط ويعتبر هذا النوع من الأنظمة الهيدروليكية المناسبة اقتصاديا من ناحية استهلاك الوقود كما أنه يولد حرارة اقل مما يطيل العمر الافتراضي لمكونات الدائرة الهيدروليكية.

والشكل رقم (٦٤) يوضح نظاما هيدروليكيا بسيطا متغير السعة لاحظ أن صمام التحكم في المضخة يتصل بفتحتي التشغيل الموجودتين في صمام التحكم الإتجاهي عن طريق صمام عدم رجوع مزدوج أو عن طريق صمام مكوكي.


الشكل رقم (٦٤) : يبين نظام هيدروليكى متغير السعة

عندما يكون قلب صمام التحكم الإتجاهي في المنتصف أو في وضع الثبات فإن الزيت المتدفق من المضخة إلى فتحات التشغيل يتم حجزه وعندها فإن صمام التحكم في المضخة يحس بالضغط المنخفض عند فتحة التشغيل ثم يقوم بضبط المضخة لكي تعطى أقل تدفق يكفى للمحافظة على الضغط الأدنى لتلك الدائرة الهيدروليكية ويسمى هذا الضغط بضغط الاستعداد الأدنى.

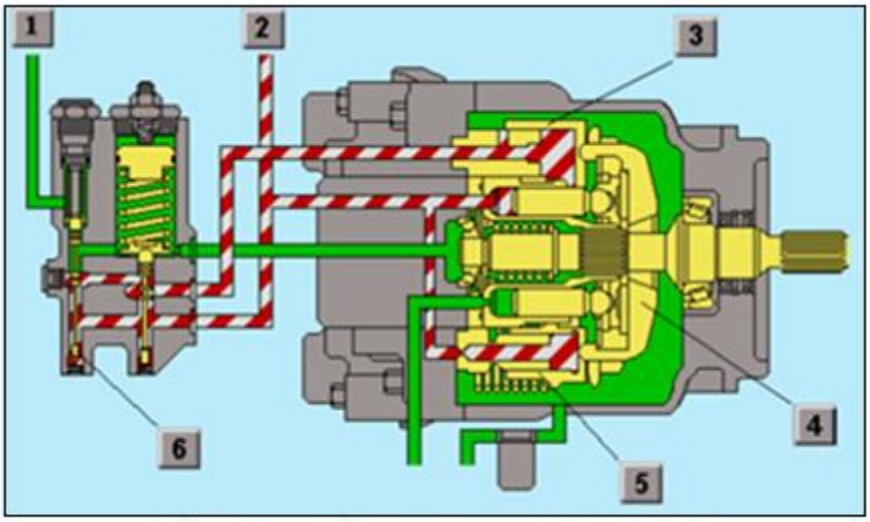
وعندما يحرك قلب صمام التحكم الإتجاهي لإحدى أوضاع التشغيل فإن الضغط الأعلى لفتحة التشغيل يغلق صمام عدم الرجوع المزدوج مرسلا الضغط الأعلى إلى صمام التحكم في المضخة الذي يقوم بدوره بضبط المضخة لتمد الاسطوانة بكمية زيت أكبر تتناسب مع الحمل كما بالشكل رقم (٦٥).



الشكل رقم (٦٥) : يبين طريقة العمل لاحدى أوضاع التشغيل

- **المضخة المتغيرة السعة:**

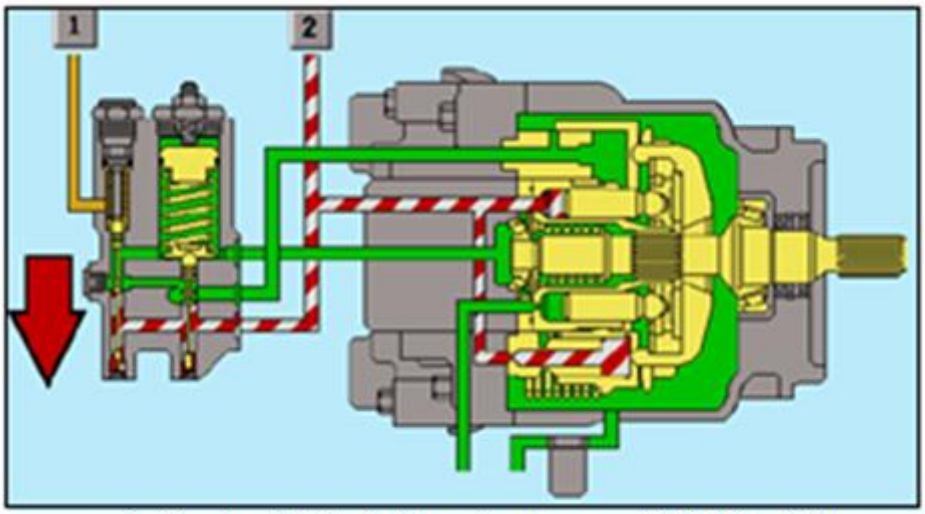
يوضح الشكل رقم (٦٦) مقطعا في مضخة متغيرة السعة وصمام التحكم فيها عندما يكون صمام التحكم الإتجاهي الموجود في الدائرة الهيدروليكية في وضع الثبات فإن تدفق الزيت إلى فتحات التشغيل يحجز ولا يترتب على ذلك أي تأثير على صمام التحكم في المضخة وتظل المضخة تعطى أقل تدفق لها بحيث يكون كافيا لمعادلة التسرب الداخلي في الدائرة والمحافظة على أدنى حد لضغط الدائرة يجعلها جاهزة للتشغيل وسريعة الاستجابة.



الشكل رقم (٦٦) : يبين مضخة متغيرة السعة

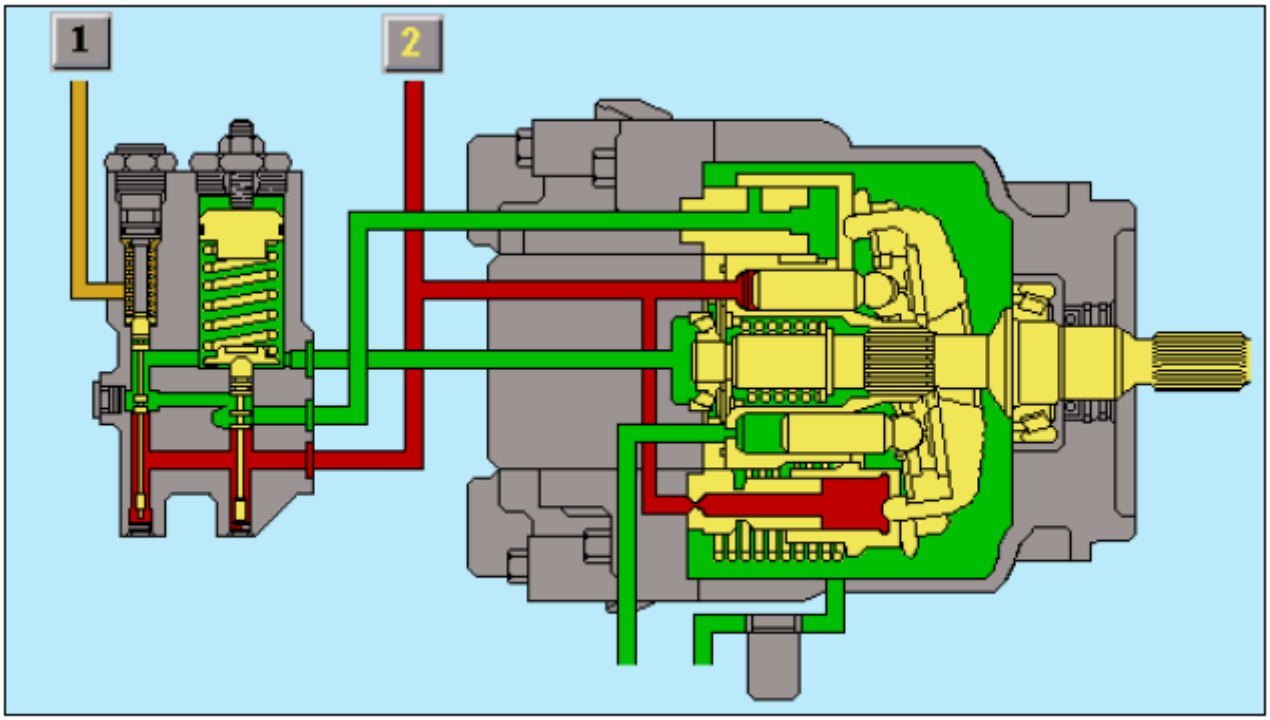
1. خط إشارة الضغط من فتحات التشغيل Signal Pressure From Workports
2. الزيت المتدفق من المضخة لصمامات التحكم Pump Supply To Control Valves
3. مكبس التحكم الكبير Large Actuator
4. القرص المتأرجح Swashplate
5. مكبس التحكم الصغير Small Actuator & Bias Spring
6. مكبس التحكم الهامشي Margin Spool

عند استخدام صمام التحكم الاتجاهي في الدائرة الهيدروليكية لتشغيل أحد أجزاء المعدة فإن ضغط فتحة التشغيل التي تم اختيارها في صمام التحكم الإتجاهي يتم إرساله خلال خط إشارة الضغط إلى صمام التحكم في المضخة.



الشكل رقم (٦٧) : يبين دفع مكبس التحكم الهامشى الى الاسفل

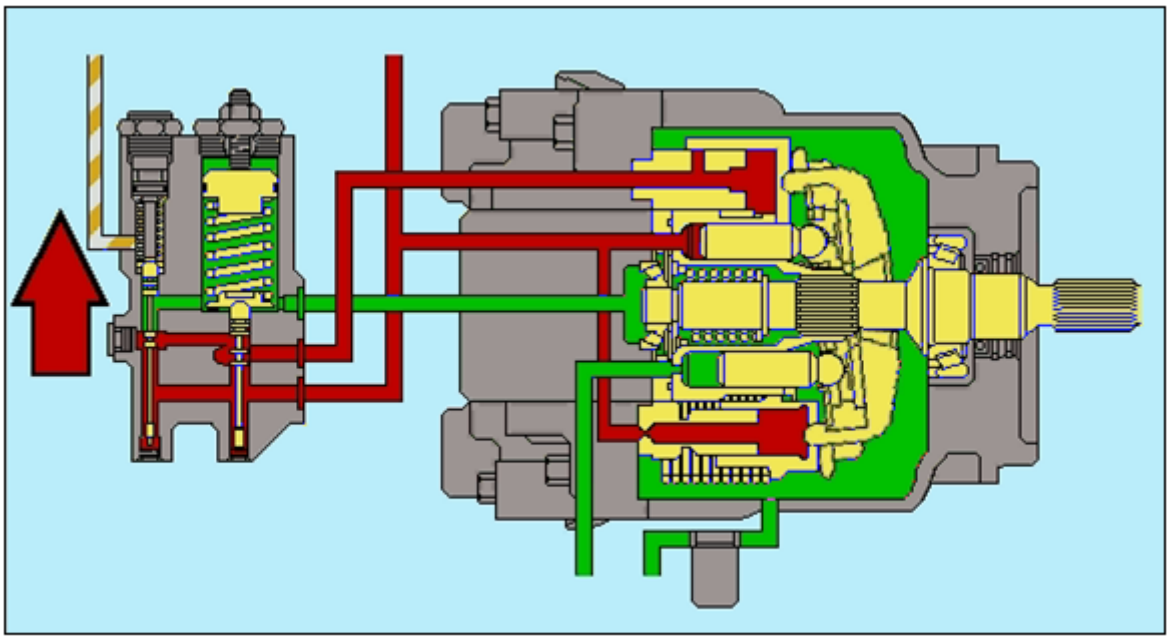
ويساعد هذا الضغط مع قوة الياي في دفع مكبس التحكم الهامشي إلى أسفل سامحا للزيت الموجود خلف مكبس التحكم الكبير بالرجوع إلى الخزان وفى هذه الحالة يستطيع مكبس التحكم الصغير تحريك القرص المتأرجح إلى زاوية أكبر مما يزيد تدفق الزيت من المضخة ويسمى هذا الوضع بزيادة التدفق وبزيادة تدفق الزيت من المضخة فإن ضغط المضخة الدائرة يزداد أيضا للقيام بالوظيفة المطلوبة كما بالشكل رقم (٦٨).



الشكل رقم (٦٨) : يبين عمل المضخة متغيرة السعة

وبمجرد أن يصل تدفق الزيت من المضخة إلي المستوي المطلوب فإن مكبس التحكم الهامشي يتحرك إلى أعلي في وضع يحافظ فيه علي فرق ضغط ثابت بين الضغط عند مخرج المضخة (ضغط الدائرة) والضغط الموجود في خط إشارة الضغط ويسمي فرق الضغط هذا بفرق الضغط الهامشي ويكون مكافئا لقيمة قوة الياي الموجودة أعلي مكبس التحكم الهامشي وفي هذه الحالة يكون تدفق الزيت الخارج من المضخة ثابتا نسبيا.

ويمكن لمشغل المعدة إبطاء حركة الاسطوانة عن طريق تحريك صمام التحكم الإتجاهي الخاص بها قليلا في اتجاه وضع الثبات مما يسبب اختناق مسار الزيت خلال هذا الصمام فيزداد الضغط في مدخله أي في خط تدفق زيت المضخة إلي صمام التحكم (2) وهذا الضغط يؤثر مباشرة تحت مكبس التحكم الهامشي فيحركه إلي اعلي فيسمح بتدفق كمية اكبر من الزيت إلي مكبس التحكم الكبير.



الشكل رقم (٦٩) : يبين تدفق الزيت الخارج من المضخة

ويصل هذا الضغط المتزايد علي مكبس التحكم الكبير إلي قيمة اكبر من قوى مكبس التحكم الصغير والياى الخاص به (سوسته) مما يؤدي إلي تحرك القرص المتأرجح في اتجاه تقليل زاويته مما يؤدي إلي تقليل الزيت المتدفق من المضخة إلي الصمام التحكم الإتجاهي وبالتالي إلي الاسطوانة المراد تقليل سرعتها وتسمي هذه العملية بتقليل التدفق وعندما يصل ضغط زيت الدائرة إلي القيمة المطلوبة فإن المضخة تعود مرة أخري إلي ضخ الزيت بتدفق ثابت.

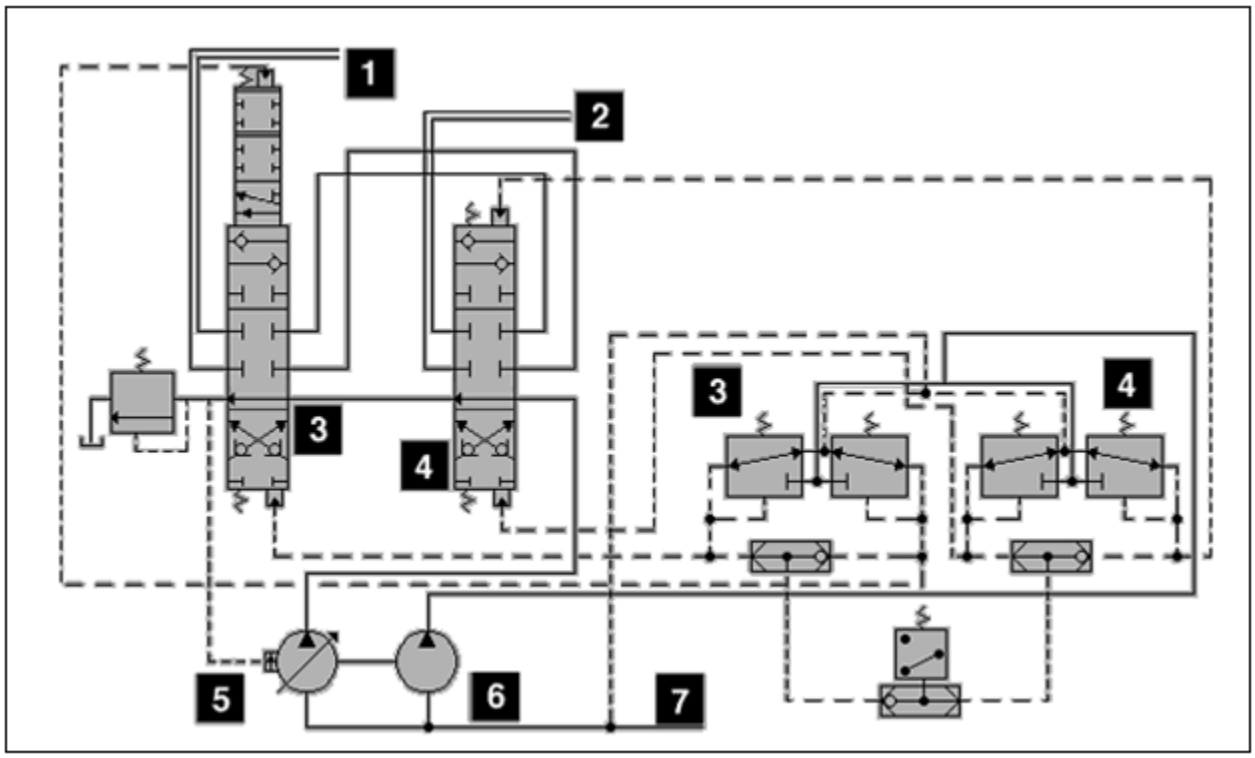
- **الأنظمة المشغلة يدويا والأنظمة المشغلة بضغط الزيت الموجه.**

غالبا ما يتم التحكم في صمامات التحكم الإتجاهي يدويا أو باستخدام ضغط الزيت الموجه وفي حالة التحكم اليدوي فإن التحكم في صمامات التحكم الإتجاهي يتم مباشرة بيد أو قدم المشغل عن طريق جزء ميكانيكي كذراع التشغيل أو دواسة القدم.

هناك العديد من المعدات الصغيرة التي تستخدم فيها التشغيل اليدوي وعادة ما يكون التشغيل اليدوي أكثر دقة في تحكم آليات المعدة.

- **الأنظمة المشغلة بضغط الزيت الموجه.**

هذه الأنظمة تستخدم صمامات توجيه صغيرة للتحكم في صمامات التحكم الاتجاهية الأساسية ويتم استخدامها علي الصمامات التي يصعب علي المشغل التحكم فيها وتحريكها أو علي الصمامات الموجودة بعيدا عن غرفة التشغيل وغالبا ما تستخدم في المعدات الكبيرة حيث تقلل الجهد المبذول من المشغل والشكل رقم (٧٠) يوضح رسماً تخطيطياً لدائرة البوم (Boom) والقادوس في النظام الهيدروليكي الموجود علي حفار.



الشكل رقم (٧٠) : مكونات الأنظمة المشغلة بضغط الزيت الموجه

1. إلى اسطوانات البوم	To Boom Cylinders
2. إلى اسطوانة القادوس	To Bucket Cylinder
3. صمام التوجيه الخاص بالتحكم في البوم	Boom
4. صمام التوجيه الخاص بالتحكم في القادوس	Bucket
5. مضخة الدائرة الهيدروليكية الأساسية	Main Pump
6. مضخة نظام صمامات التوجيه	Pilot Oil Pump
7. من الخزان	From Tank

← اكتشاف أعطال الدوائر الهيدروليكية وإعادة التجميع:

في هذا الجزء نتناول تقديم المعلومات الأساسية حول تخطيط صيانة النظم الهيدروليكية وطرق الكشف عن العيوب الفنية فيها وتتناول الوحدة العناصر الآتية: -

- الأمان عند بدء إدارة دوائر التحكم.
- الأمان عند صيانة دوائر التحكم الهيدروليكية.
- سهولة أعمال صيانة دوائر التحكم الهيدروليكية.
- العيوب الفنية الشائعة في الدوائر التحكم الهيدروليكية وأسبابها.
- التدريب على تسلسل اكتشاف أعطال الدوائر الفرعية والأساسية.

▪ محاذير الأمان عند بدء إدارة الدوائر:

- التأكد من تمام ربط جميع الوصلات.
- التأكد من صحة مستوى الزيت في الخزان.
- تحضير الطلمبات التي تحتاج لتحضير (الكباسية).

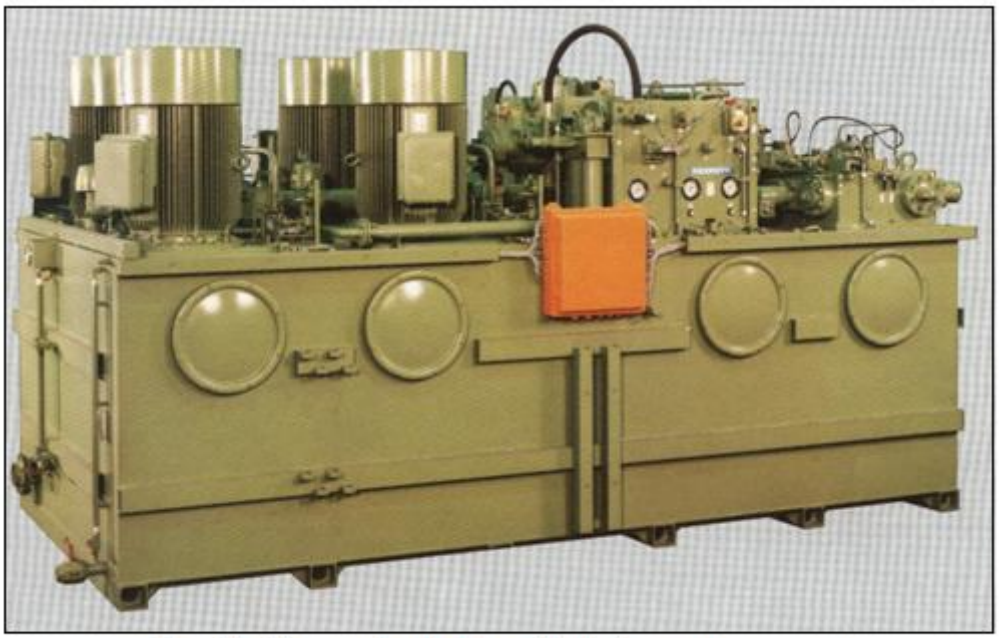
▪ محاذير الأمان عند صيانة الدوائر الهيدروليكية:

- مراعاة النظافة الكاملة.
- غلق جميع الفتحات بالأغطية البلاستيكية.
- يمنع منعا باتا استخدام قطع القطن في التنظيف.
- لا يتم ملء الخزانات الهيدروليكية.
- عند استبدال أي وصله هيدروليكية يتم التأكد من التربيط الجيد عليها.
- يتم استخدام مفاتيح العزم عند ربط الأجزاء.
- يمنع منعا باتا استخدام وردة الإحكام أكثر من مره واحدة.
- عند إعادة دهان الأجزاء الهيدروليكية بالرش يتم تغطيه الأجزاء المتحركة وكذلك موانع الزيت المطاطية.
- لا تتعامل مع الدوائر الهيدروليكية وبذالك ممتلئة بالزيت والشحم.
- يجب إنزال جميع الأحمال المتعلقة بالدائرة.
- يجب تفريغ جميع المراكم بالدائرة.
- يجب فصل جميع الوصلات الكهربية.
- يجب أن تكون جميع قراءات الضغط في الدائرة أصفار.

- يتم تشغيل صمامات التحكم في التوجيه عده مرات (يدويا أو كهربيا) في جميع الاتجاهات وذلك للتأكد من تفريغ الضغوط المحبوسة.
- لا يسمح بتسرب أي زيوت على الأرض منعا للاشتعال أو الانزلاق.
- تجنب صيانة الدوائر الهيدروليكية وهى ساخنة.

- **تخطيط أعمال صيانة الدوائر الهيدروليكية.**

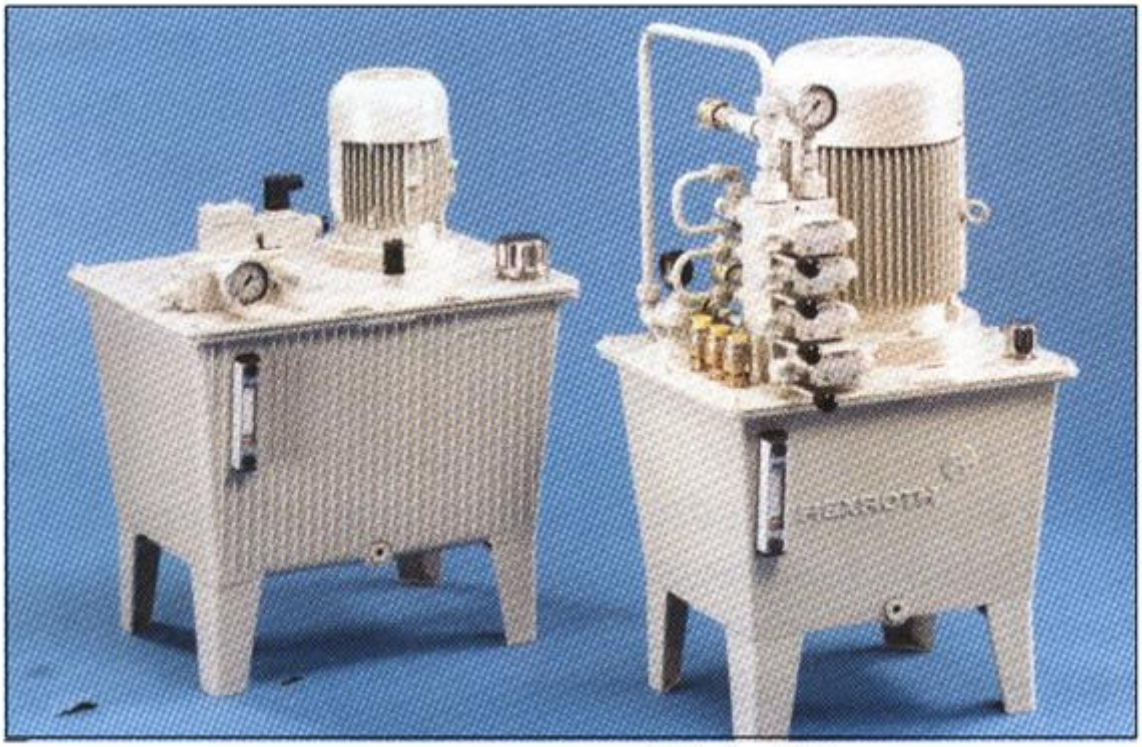
والشكل رقم (٧١) يبين خزان الزيت لمنظومة هيدروليكية كبيرة.



الشكل رقم (٧١) : خزان الزيت لمنظومة هيدروليكية كبيرة

الأعمال التي تتم في صيانة الدوائر الهيدروليكية:

- اختبار مستوى الزيت في الخزان والشكل رقم (٧٢) يبين خزان الزيت مصنوع من الالومينيوم.



الشكل رقم (٧٢) : خزان من الألومنيوم

- مراقبة درجة حرارة التشغيل.
- مراقبة التسرب في جميع أجزاء الدائرة.
- مراقبة مستوى تلوث الفلتر.
- مراقبة ضغط الشحن للمراكم كما بالشكل رقم (٧٣).

الشكل رقم (٧٣) : ترولى شحن المراكم بالنيتروجين

الأخطاء الشائعة في دوائر التحكم الهيدروليكية:

١- صوت مرتفع (زئير أو اهتزاز) أثناء التشغيل.
٢- قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية.
٣- ارتفاع درجة حرارة التشغيل بصورة ملحوظة.
٤- زبد (رغاوى)على الزيت الهيدروليكي أو تكون المحلول اللبني للزيت.
٥- احتراق الزيت وظهور رائحته وتحول لونه إلى اللون الغامق.

١- صوت مرتفع أثناء التشغيل:

الإدارة الميكانيكية:

- عدم ثبوت الكوبلنج (جزء يقوم بتوصيل عمودين ببعضهما) جيدا في مكانه.
- عيوب في نقل الحركة (سيور- تروس- فلاتر).
- انعكاس اتجاه الدوران.
- سرعة الموتور أعلى من اللازم.

خط السحب:

- منفث خزان السحب مغلق.
- فلتر السحب مسدود أو صغير جدا أو بدون صمام لا رجعى (باى باص).
- خط السحب بأبعاد غير مناسبة أو به ثنايا كثيرة.
- مستوى الزيت في الخزان منخفض جدا.
- تسرب هواء في خط السحب نتيجة عدم إحكام ربط وصلات خط السحب الطلمبة.

الطلمبة:

- سرعة موتور الإدارة أكثر من المطلوب.

الزيت:

الزيت غير مطابق للمواصفات ودرجة لزوجته عالية أو الزيت بارد جداً.

خط الراجع:

فلتر الراجع مسدود أو صغير جدا أو بدون صمام رجعى (By- Pass).

٢- قدرة الخرج الهيدروليكية للدائرة غير كافية:

- عيوب في نقل الحركة الميكانيكية للطلمبة.

- تسريب داخلي في الطلمبة نتيجة ارتفاع معدل التآكل في أجزائها.
- عيوب في خط الضغط (تسريب- مقاومة شديدة).
- عيوب في صمام التحكم في الضغط (ضبط الصمام- قوة السوستة).
- لزوجة الزيت غير مطابقة للمواصفات (مرتفعة جدا – منخفضة جدا) .
- توصيلات غير منطقية بالدائرة.

٣- ارتفاع درجة الحرارة بصورة غير ملحوظة:

(كل فقد في الطاقة يعنى ارتفاع درجة الحرارة)

- الطلمبة والموتور الهيدروليكي (تآكل- انخفاض كفاءة).
- خط الضغط (مقاسات-غير مطابقة للمواصفات حسب التدفق- به اختناق).
- فلتر التشغيل (مسدود- صغير- بدون صمام باى باص).
- الصمامات (تأكل في أجزائها-أحجامها غير مطابقة حسب التدفق)
- المبرد (صمام مغلق- يحتاج تنظيفا داخليا- مروحة التبريد ونظم إدارتها).
- الاسطوانات (تأكل داخلي- عيوب في موانع تسريب الزيت لرأس المكبس) .
- السخان (التصاق ترموستات السخان).

٤- زبد (رغاوى) على الزيت الهيدروليكي أو تكون المحلول اللبني للزيت.

- الخزان (نهايات خط السحب والضغط قريبة ولا يوجد بينهما فاصل وتصميمه غير مطابق للمواصفات- صندوق الزيت منخفض).
- خط السحب (عدم إحكام ربطه وصلاته- نهايته قريبة من مستوى سطح الزيت.
- خط الراجع (نهايته أعلي من مستوى سطح الزيت).
- الطلمبة (موانع تسريب الزيت معيبة).
- سرعة دوران الزيت ممن والى الخزان عالية.

٥- احتراق الزيت وظهور رائحته وتحول لونه إلى اللون الغامق.

ارتفاع درجة حرارة التشغيل لفترة طويلة.

← اكتشاف العيوب الفنية في دوائر التحكم الهيدروليكية:

أسلوب التعرف على نوع المشكلة (عامة - فرعية).

إذا كان لدينا دائرة للتحكم في ثلاث اسطوانات هيدروليكية وعند تشغيل الصمامات التوجيهية تعمل الاسطوانتين الأولى والثالثة ولا تعمل الاسطوانة الثانية مما يدل على أن العيب ليس في وحدة القدرة الهيدروليكية ولكن العيب في الدائرة الفرعية للاسطوانة الثانية أما في حالة عدم عمل جميع الاسطوانات فتكون المشكلة عامة.

تسلسل تحديد العيب الفني في الدائرة العامة:

- خزان الزيت (مستوى الزيت- فتح النفث).
- الإدارة الميكانيكية (الموتور- الكوبلينج- اتجاه الدوران).
- الطلمبة (تسريب زيت من مانع الزيت- تآكل أو الكفاءة الحجمية قليلة) توضع طبقة من الشحم على مانع الزيت ويلاحظ مدى تأثير ذلك.
- صمام التحكم في الضغط (اختبار الرجلاش- قوة السوستة).
- الوصلات الهيدروليكية لوحدة القدرة بما فيها وصلات السحب ليتم اكتشاف عيوب التسريب بها.

نظافة الدوائر الهيدروليكية:

إهمال النظافة لدوائر التحكم الهيدروليكية هو العدو الأول لها ويمثل ٩٠ % من أسباب أعطالها نتيجة لإهمال صيانة فلاتر الدوائر الهيدروليكية حيث تتكون ترسبات الشوائب في صورة طبقات صلبة على الجدران الداخلية للأجزاء المتحركة للطلمبات وباقي مكونات الدوائر الهيدروليكية ونتيجة لسرعة حركة هذه الأجزاء يمكن اصطدامها بهذه الطبقات ويسبب تآكلها وأحيانا كسرها.

غسيل الدوائر الهيدروليكية:

١- تعزل جميع الأجزاء الهيدروليكية عند عمل غسيل سريع للدائرة.
٢- يتم تشغيل الدائرة في هذا الوضع لمده نصف دقيقة.
٣- يفرغ الخزان ثم يعاد ملؤه بزيت الغسيل.
٤- يتم تشغيل الدائرة بزيت الغسيل لمده عشرين دقيقة.
٥- يتم إيقاف الدائرة وتحويل خط الراجع إلى خزان خارجي لتجميع زيت الغسيل ولا يوصى باستخدامه مرة أخرى إلا بعد مروره من فلتر مقاسه ١٠ ميكرون.

انتبه - يتم إيقاف الدائرة فور انخفاض مستوى زيت الغسيل لنهايته لتجنب تشغيل الدائرة بدون زيت.

غسيل الأجزاء الهيدروليكية.

يستخدم خزان ومصدر ضخ خارجي ويراعى تحريك الأجزاء المتحركة في جميع الأوضاع الممكنة مثل صمامات التحكم التوجيهية وضبط رجلاش صمامات التحكم في الضغط على الحد الأدنى.

← أعطال المجموعات الهيدروليكية وصيانتها:

التشغيل السليم للمجموعات الهيدروليكية يجب أن يتضمن:

١- التشغيل بدون اهتزازات أو نخعات.
٢- نعومة وتغيير منتظم في الحركة والسرعة.
٣- عكس اتجاه الحركة بدون صوت.
٤- عدم تغيير معدل الحركة أو السرعة مع زيادة التحميل.

٥- عدم حدوث تسرب للسائل الهيدروليكي.

٦- عدم تكوين صدأ أو قشرة على السطوح الداخلية أو الخارجية للأجزاء.

أعطال المجموعات الهيدروليكية:

أولا: انخفاض الضغط كما يبينه المانوميتر:

يؤدي ذالك لعدم قدرة المجموعة علي تحريك الحمل وقد تكون أسبابه هي:

١- تعطل مبين الضغط (المانومتر) وفي هذه الحالة فإن المجموعة تعمل بصورة طبيعية.

٢- المضخة لا تعطى الضغط الكافي نتيجة لأحد الأسباب التالية:

- انعكاس اتجاه الدوران.
- وجود هواء في المجموعة.
- الزيت ذو لزوجة منخفضة.
- حدوث تآكل وبري في أجزاء المضخة مثل (العضو الساكن أو الريش في المضخة ذات الريش - التروس أو جسم المضخة الترسية - المكابس أو الاسطوانات في حالة المضخة المكبسية).

٣- انخفاض مستوي الزيت في الخزان.

٤- حدوث تسريب للزيت نتيجة وجود مسام في الأجزاء المستعملة من الزهر المسبوك (صناعة رديئة) .

٥- حدوث تسرب في الزيت من المواسير أو الوصلات أو الحواكم.

٦- حدوث عطل في صمام التصريف (تعليق) أو صمام التحكم في الضغط.

٧- التصاق صمامات التحكم أو عكس الحركة.

ثانيا: ضوضاء في المجموعة:

١- اختلاف محاذاة المضخة والموتور.

٢- ماسورة السحب مسدودة جزئيا نتيجة وجود شوائب بها.

٣- وجود هواء في المجموعة.

٤- التصاق ريش المضخة ذات الريش.

٥- عدم تثبيت صمام الأمان والاهتزاز.

٦- زيادة سرعة المضخة عن المعدل المعتاد لها.

٧- الحركة المضطربة للزيت في خطوط السحب أو التسليم نتيجة وجود هواء في الخطوط.

٨- انخفاض سعة المرشح إذا تم تصغيره.

٩- عدم ضبط صمام تخفيض الضغط أو صمام التوزيع.

ثالثا: انخفاض سرعة المكبس أو المحرك الهيدروليكي:

يحدث ذلك نتيجة انخفاض معدل دخول الزيت إلى أي منها وبافتراض أن الضغط لم ينخفض فيكون السبب هو احد الاحتمالات الآتية:

١- انسداد كلى وجزئي في أحد المرشحات.

٢- اتساخ الزيت.

٣- وجود عطل في أحد صمامات مثل ضعف الياءات.

رابعا: الحركة مع وجود نخع:

يكون ذلك نتيجة أحد الأسباب التالية:

١- وجود هواء بالمجموعة لم يتم إخراجه خلال التجميع أو خلال تغيير الزيت كما قد يحث تسرب الهواء للمجموعة خلال إحدى وصلات المواسير أو من حواكم المضخة أو خلال خزان الزيت.

٢- حدوث اهتزاز في إحدى المواسير أو استبدال إحدى المواسير بخرطوم مطاط.

٣- أعطال في المضخة أي أنها تعطى ضغطا منخفضا أحيانا ومرتفعاً أحيانا أخرى.

٤- التصاق الصمام المنظم للضغط أو تركيب خاطئ به مما يؤدى لتذبذب الضغط.

٥- رباط شديد على رباط على أجزاء المكبس الهيدروليكي.

٦- عدم وجود توازى بين مجموعة الاسطوانات والمكبس والجزء المتحرك.

٧- حدوث تآكل في حواكم المكبس أو الاسطوانة.

٨- رباط أعلي من اللازم على حشو المكبس (الحواكم).

٩- عدم وجود رباط جيد بين المكبس والذراع المتصل به.

خامسا: انخفاض السرعة نتيجة زيادة الحمل:

قد يحث ذلك نتيجة أحد الأسباب التالية:-

- ارتفاع درجة حرارة الزيت نتيجة ما يلى:

١- عدم ضبط صمام التحكم في الضغط (من حيث قوة الياي).

٢- انسداد أحد المرشحات في خط الضغط المرتفع.

٣- زيادة الحمل على المجموعة.

سادسا: اضطراب التتابع الزمني للمشاوير.

يحدث ذالك في بعض آلات الورش كالمقاشط الأساسية والسبب الرئيسي له هو اضطراب تشغيل صمام عكس الحركة نتيجة أحد الأسباب التالية:

- وقوف الماكينة لفترة طويلة وجفاف الزيت داخل الصمام.
- انخفاض القوة المؤثرة علي الصمام.
- اتساخ الزيت مما يؤثر علي حرية حركة الصمام.
- ارتفاع درجة حرارة الزيت مما يؤدي لحدوث تمدد حراري في الصمام والتصاقه ويحدث ذالك إما لاتساخ الزيت أو لعدم كفاءة التبريد.
- عدم وجود خلوص كافي بين جزء الصمام والجزء المتحرك (الخلوص المسموح به يتراوح من 0.01 إلى 0.02) نتيجة عدم تجليخه جيدا.

سابعا: عدم تحرك المحبس رغم أن الضغط عادى:

يحدث ذالك نتيجة تلف الحوا كم حول المكبس مما يؤدي لتعادل الضغوط حول جانبيه وبالتالي عدم حركته.

ثامنا: التصاق ذراع المكبس عند نهاية مشواره:

يحدث ذالك نتيجة لأحد السببين الآتيين:

- عدم تثبيت غطاء الاسطوانة.
- عدم توازي الاسطوانة والمكبس مع الجزء المتحرك.

إصلاح الأعطال السابقة:

- **التخلص من هواء بالمجموعة:**

يمكن طرد الهواء من المجموعة بتشغيلها عدة دقائق عند السرعة القصوي حيث يحمل الهواء مع الزيت إلي خزان الزيت وهناك يتم التخلص منه كذلك يمكن فتح طبات إخراج الهواء الموجود بالاسطوانة الهيدروليكية وباقي الأجزاء حتى يخرج الزيت منها ثم يعاد إغلاقها جيدا.

- **انسداد المرشحات:**

في هذه الحالة يجب غسل المرشح بالكيروسين ثم تجفيفه بالهواء المضغوط أو يستبدل إذا كان من النوع الورقي.

- **حدوث تسريب في الصمامات:**

يحدث ذلك في الصمامات ذات البلية (الرمان بلى) المحملة بياي وفى صمامات الضغط التحكم في الضغط ويمكن إصلاحه بدق البلية (الرمان بلي) بخفة باستعمال قضيب من النحاس الطري .

- **تعليق صمام خفض الضغط:**

يمكن إزالة ذلك بتحريك صمام خفض الضغط الأقصى تصرف ثم إدارة المجموعة لمد من ثلاثة إلى خمس دقائق ثم إعادة الصمام إلى وضع التشغيل العادي أما في حالة عدم نجاح هذه الطريقة فيجب فكه وإعادة غسله بالكيروسين.

- **التصاق الصمامات:**

يمكن إزالة التصاق الصمامات بالدق الخفيف على مكبس الصمام باستعمال قضيب من النحاس الطري وبذلك فإن الالتصاق يزول ويتحرك الصمام بالطريقة العادية.

اعتبارات هامة عند تجميع المجموعات الهيدروليكية:

- يجب غسل وتجميع الأجزاء قبل التجميع.
- تنظيف كل المواسير بالهواء المضغوط أو غمرها لفترة في التنر ثم تجفيفها.

كما قد يكون من المفيد أحيانا تسخينها بالأفران لإحراق أي رواسب داخلها ثم تنظيفها بالكيروسين وتجفيها بالهواء المضغوط.

- طلاء كل الأجزاء الثابتة مثل خزان الزيت والمواسير بطلاء مقاوم للصدأ والتآكل من الداخل.
- عدم الدق على المواسير خلال التجميع مما قد يؤدى لتنيها وهو ما قد يؤثر على سريان الزيت بها.
- عند ثنى المواسير يجب ألا يقل مقطع الزيت عن ١٠% من المقطع الأصلي.
- سعة خزان الزيت أن تكون مساوية لتصريف المضخة في الدقيقة.
- كل الوصلات يجب أن تكون محكمة ضد التسرب وضد ضغط أعلى من ضغط التشغيل.
- الانخفاض المسموح به في الضغط خلال صمامات تخفيض الضغط في حدود من 0.5 إلى 5 كجم/ سم٢.
- يجب فصل مواسير السحب والضغط عن بعضها البعض.
- معايرة ياءات صمام تخفيض الضغط في حدود 5 % من الحمل المقرر لها .
- تنظيف مرشحات الزيت مرة على الأقل شهريا.
- يجب استعمال مانوميترات لها مدى قياس ضعف أقصى ضغط تشغيل في المجموعة.

← تجديد مضخات المجموعات الهيدروليكية.

أولا: المضخات الترسية أو اللولبية:

يحدث البرى والتآكل في المضخات الترسية واللولبية نتيجة التشغيل ويزداد كلما زاد ضغط التسليم لها لزيادة إجهادات التحميل، هذا ويعتمد تجديد المضخة حسب معدل البري الحادث به كما يلي:

- **التجليخ:**

إذا كان البري حني ٠.٢ ملليمتر في هذه الحالة يجري استبدال التروس بتروس بها تفاوت اكبر مع إجراء تجويف داخلي باستعمال آلة البورينج:

- **التزويد بالنحاس الأصفر ثم التجويف:**

يستعمل في حالة زيادة التآكل ويتوفر زوج جديد من التروس أو اللولب وفى هذه الحالة يزود السطح الداخلي باللحام بطبقة من النحاس الأصفر ثم تضبط الأبعاد بالتجويف باستعمال (البورينج):

- **استعمال جلب داخلية:**

يمكن زيادة الأبعاد الداخلية لجسم باستعمال جلبة داخلية لا يقل سمكها عن ٣ ملليمتر تلحم هذه الجلبة مع جسم المضخة باستعمال اللحام بالكهرباء وأقطاب من النحاس.

- **استعمال الجلبة الداخلية:**

يحدث ذلك نتيجة اتساخ الزيت ويمكن في هذه الحالة تجليخ التروس بحيث لا يزيد البري عن ٠.٠٣ إلى ٠.٠٥ مم فإذا زاد عن ذلك فيجب استبدال التروس بأخرى جديدة.

- **حدوث بري في غطاء المضخة:**

يمكن إيجاد قيمة البري في غطاء المضخة بوضع ورقة سمكها ٠.٠٦ بين السطح الجانبي للترسين والغطاء ثم ربط الغطاء بالمسامير وقياس الفتحة بين الغطاء وجسم المضخة بفيللر ويكون التآكل مساويا لسمك الورقة مطروحا منها سمك الفيللر فإذا زاد عن ٠.٠٣ إلى ٠.٠٥ ملليمتر فإنه يجب اتخاذ الخطوات التالية:

✓ **تجليخ الوجه:**

الذي يربط سواء للغطاء أو جسم المضخة ثم يلقط حتى تصبح المسافة قرابة الصفر.

✓ **عند التجميع النهائي:**

يمكن وضع ورقة مغموسة في الورنيش أو الزيت ذات سمك من ٠.٠٣ الى ٠.٠٥ ملليمتر بين الغطاء وجسم المضخة وذلك لكي يعمل علي ضبط المسافة المحورية ويمكن إزالتها بعد ذلك.

- **التسرب من الحواكم (موانع التسرب).**

يجب استبدالها والاستعانة بالمعلومات السابقة لاختيار الحواكم الجديدة.

ثانيا: المضخات ذات الريش:

نتيجة لحدوث تآكل وبري في المضخة فإن معدل التصرف يقل كما يقل ضغط التسليم ويصدر من المضخة ضوضاء شديدة وأحيانا دق مرتفع ومنها:

١- تآكل العضو الساكن:

يحدث التآكل في العضو الساكن في المنطقة التي يتغير فيها القطر وإصلاح ذلك يتم بالتجليخ الداخلي للعضو الساكن علي ماكينة بها كافة بروفيل فإذا ذاد معدل تصرف المضخة كثيرا بعد ذلك فيجب استبدال العضو الساكن.

٢- تآكل العضو الدوار:

ويجب أن يتضمن علاج هذا التآكل ما يلي:

- ✓ استعادة توازي أسطح مجاري الريش.
- ✓ التجليخ ثم التغطية بالكروم.
- ✓ تجليخ أوجه العضو الدوار.

٣- تآكل الريش:

إذا كان التآكل شديد فالأفضل تغيير الريش المتآكلة بأخرى جديدة فإذا لم يكن سمك مجاري الريش مناسبا للريش الجديدة فيجب موائمة كل ريشة مع كل مجري علي حده.

التجميع:

يجب عند تجميع المضخة ذات الريش أن يكون ميل مجاري العضو الدوار في اتجاه الدوران وأيضا يجب أن تكون الحروف الحادة للريش الراكبة في المجاري في اتجاه دوران العضو الدوار وأي تجميع لا يراعي ما سبق فإن تصريف المضخة وعمرها سيقلان كثيرا.

ثالثا: المضخات الكابسة:

الأعطال الشائعة في هذا النوع من المضخات هو الحركة مع وجود نخع أو صدور ضوضاء وكذلك انخفاض ضغط التصريف، هذا ويحدث انخفاض الضغط إما نتيجة لوجود هواء في المجموعة أو نتيجة لتآكل مكابس أو صمامات المضخة كما قد يحدث التصاق لصمامات عدم الرجوع بالمضخة ويمكن علاج ذلك بفتحها وفحص الصمام (البلية والياي ومقعد الصمام) وتستبدل البلية في حالة تلفها بأخرى جديدة وتدق الأخيرة دقا خفيفاً علي مقعد الصمام باستعمال قضيب من النحاس الأصفر هذا وعند حدوث أي تأكل في المكبس يجب استبدالها فورا.

رابعا: الصمامات.

إذا حدث تآكل بسيط في الصمامات فيمكن إجراء عملية التجليخ بالتحصين حتى نحصل علي التصاق جيد للأسطح أما إذا زاد التآكل فيجب استبدال الصمام بآخر جديد.

خامسا: الاسطوانات الهيدروليكية:

- **حدوث تأكل بسيط في الاسطوانة:**

ويمكن علاجه بالتجليخ الداخلي للحصول على الاستدارة والاستعدال المسلوب للأسطح أما إذا كان التآكل مرتفعا في بعض المناطق فيمكن إجراء التجويف الداخلي ثم التجليخ يليه عملية التلميع أو السحق.

- **الرغاوى في زيت المجموعات الهيدروليكية:**

كما سبق القول فإن الزيت يحتوي علي الهواء في صورتين:

- **منتشر في صورة فقاعات.**
- **ذائب مكونا محلولا.**

والهواء الذائب ليس له تأثير علي أداء المجموعة الهيدروليكية أما الهواء المنتشر فهو قد يشترك في تكوين ظاهرة الرغاوي وقد يؤدي حدوث الرغاوي لعدة متاعب منها:

- ✓ زيادة مغناطيسية الزيت مما يؤدي لحدوث ضوضاء في المجموعة.
- ✓ انخفاض الجودة الحجمية للمضخات وبالتالي انخفاض معدل تصريفها وانخفاض القدرة المنقولة.
- ✓ زيادة القدرة المستهلكة نتيجة ضخ الهواء.
- ✓ زيادة التآكل والبرى في المضخات والتروس لاحتواء الزيت على فقاعات الهواء غير القادرة على تحمل الأحمال المرتفعة.
- ✓ انخفاض ضغط التسليم للمضخة.

ومنع الرغاوى يتطلب الإجراءات التالية:

١- عدم ترك الزيت شغالا أكثر من الفترة المحددة بدرجة قد تؤدى إلى زيادة اللزوجة وحدوث ظاهرة التكهف.

٢- ملاحظة مستوى الزيت في الخزان.

٣- ملاحظة عدم تلوث الزيت.

٤- ملاحظة عدم انخفاض ضغط الزيت في أي جزء من المجموعة من الحدود المقررة وعلاج أسباب ذلك إذا حدث.

٥- عدم احتواء الزيت على الماء.

٦- عدم غسل المجموعة بالمنظفات الصناعية التي قد تحتوى على مواد قد تسبب تكوين وغاوي ويكتفي بغسلها بزيت غسيل ثم بالزيت المستعمل بها إذا لزم الأمر.

- **المجموعات الهيدروليكية:**

نظرا لوجود تصميمات كثيرة للمجموعات الهيدروليكية فإنه يلاحظ أن أعطال التشغيل تختلف باختلاف التصميم ومكونات المجموعة كمثال لذلك فإن المجموعات الهيدروليكية المستخدمة في جرارات السكك الحديدية يمكن أن تتضمن:

١- محولان للعزم ووصلة هيدروليكية حيث يقوم كل محول بتسيير الجرار لمدى محدد من الساعات بالتتابع ثم تقوم الوصلة بتوصيل الحركة عند الوصول للسرعة القصوى فقط وتحتوى هذه المجموعة على الملحقات اللازمة للتشغيل وهى المضخات المساعدة والصمامات بجميع أنواعها علاوة على تروس لعكس اتجاه الحركة.

٢- محولان للعزم يقوم أحدهما بنقل الحركة على سرعة معينة ثم يقوم الثاني بنقل الحركة بعد ذلك على السرعة القصوى حيث يعمل باستمرار بعد ذلك أو يتم نقل الحركة ميكانيكيا حسب التصميم هذا النوع يحتوى على تروس لنقل الحركة علاوة على الملحقات اللازمة للتشغيل.

٣- محول عزم ذو توربينة واحدة وريش موجهة يمكن أن تدور عند السرعات العالية ليعمل محول العزم كوصلة هيدروليكية وقد يتم نقل الحركة ميكانيكيا بعد ذلك بواسطة قابض علاوة على ملحقات المجموعة.

٤- محول عزم ذو توربينتان ومجموعة تروس لعكس الحركة علاوة على الملحقات.

٥- محول عزم ذو ثلاث توربينات ومجموعة تروس لعكس الحركة علاوة على الملحقات.

ونظرا لتعدد التصميمات التي يمكن أن نقابلها فإنه من الصعب حصر كافة الأعطال إلا أنه يمكن بصفة عامة أن نقسم الأعطال إلى نوعين هامين هما:

- ✓ أعطال في ملحقات المجموعة ولا تشمل محولات العزم أو الوصلات الهيدروليكية.
- ✓ أعطال في محولات العزم والوصلات الهيدروليكية.

أولا: أعطال ملحقات المجموعات الهيدروليكية:

١- أعطال الصمامات:

يمكن تقسيم الصمامات المستخدمة في المجموعات الهيدروليكية حسب الوظيفة إلى :

- صمامات التحكم في الضغط.
- صمامات التحكم في التصرف.
- صمامات التحكم في اتجاه السريان.

هذا وتؤثر أعطال الصمامات مباشرة على كفاءة تشغيل المجموعة كما يمكن تحليل أعطال الصمامات بتحليل مصادر القوى اللازمة لتحريكها كما يلي:

- ✓ صمامات تتحرك ميكانيكيا إما عن طريق مجموعة من الروافع التي تتحرك باليد مباشرة أو قد تكون الحركة مصدرها حركة جزء ميكانيكي أخر حساس للسرعة كالمنظم الميكانيكي وتكون أوتوماتيكية في هذه الحالة.
- ✓ صمامات تتحرك بضغط الهواء وميزتها الرئيسية سرعة الاستجابة نظرا لسرعة سريان الهواء المضغوط إلا أنه يعيبها أن حساسية التحكم تتأثر بظروف الهواء المضغوط علاوة على احتواء الهواء على نسبة من الرطوبة قد تتسبب في حدوث الصدأ لأجزاء الصمامات مما يؤثر على حساسيتها وعمرها.
- ✓ صمامات تتحرك هيدروليكيا أي بضغط الزيت وهى تتميز بالحساسية الفائقة بمعنى أن أي تغيير في ضغط السائل الهيدروليكي أو معدل تصرفه يمكن أن يغير مسافة تحريك الصمام.
- ✓ صمامات تتحرك كهرومغناطيسيا ويتم ذلك عن طريق ملف كهربي يولد مجالا مغناطيسيا عند مرور التيار الكهربي فيه وهذا المجال يجذب الجزء المتحرك ليفتح الصمام أو يغلقه.

ويتميز هذا النوع بسرعة التحكم إلا أنه من الصعب جعله يقوم بتشغيل الصمام على عدة مراحل وأعطال الصمامات لا تختلف كثيرا عن تلك الأعطال المذكورة في المجموعات الهيدروليكية إلا أنه بضاف إليها ما يلي:

أعطال الصمامات التي تعمل بالهواء المضغوط:

وهى تتأثر إلى حد كبير بضغط الهواء والذي يتوقف بدوره على حالة ضغط الهواء وأعطاله وكذلك على درجة الحرارة فيجب أخذ هذه العوامل في الاعتبار عند تحليل هذه العوارض.

أعطال الصمامات الكهرومغناطيسية:

هي ترتبط أساسا بالأعطال الكهربية وهى:

- ✓ حدوث فتح في دائرة الملف يؤدى إلى عدم سريان التيار.
- ✓ حدوث قصر في الملف نتيجة كشف العازل عن لفاته.
- ✓ حدوث تماس أرضى في الملفات نتيجة كشف العازل وتماس اللفات مع جزء معدني آخر.

وتؤدى الحالة الأولى إلى عدم تشغيل الملف وبالتالي الصمام كليا أما الحالتان الثانية والثالثة فقد يؤديان لضعف قوة جذب الملف والحل الأمثل هنا هو تغيير الملف أو قد يمكن إعادة لفه بسلك له نفس القطر والطول والمقاومة النوعية على نفس القلب.

أعطال المضخات المساعدة:

كما سبق القول فهي إما تكون مضخات ذات إزاحة موجبة (ترسية غالبا) أو مضخات طاردة مركزية تستخدم للملء السريع لمحولات العزم أو الوصلات الهيدروليكية.

بالنسبة لأعطال المضخات ذات الإزاحة الموجبة فقد سبق شرحها بالتفصيل في الجزء الخاص بالمجموعات الهيدروستاتيكية وسنضيف هنا أعطال المضخات المركزية.

اعطال مضخات الطرد المركزى:

- **المضخة لا تسحب إطلاقا:**

تكون الأسباب المحتملة لهذه الأعطال هي:

- ✓ مصفاة السحب مفكوكة مما يؤدى إلى سريان الزيت خارج المضخة.
- ✓ تلف في الحواكم (موانع التسريب) أو صندوق الحشو وبذلك فإن المضخة تسحب الهواء بدلا من الزيت.
- ✓ وجود هواء في المضخة أو في المواسير المتصلة بها.
- ✓ وجود مقاومات مرتفعة في جانب السحب أو الطرد.
- ✓ انسداد مصفاة السحب.
- ✓ انخفاض مستوى الزيت.

انخفاض معدل التصريف يحدث للأسباب السابقة كما يمكن إضافة الاحتمالين الآتيين:

- ☒ تأكل تروس إدارة المضخة.
- ☒ انسداد فتحات العضو الساكن جزئيا نتيجة تدهور الزيت واتساخه.

ثانيا: أعطال محولات العزم والوصلات الهيدروليكية:

- **المجموعة لا تنقل القدرة.**

قد يكون ذلك بسبب:

- ✓ انخفاض مستوى الزيت.
- ✓ انسداد احد مرشحات الزيت أو عدم سريان الزيت.
- ✓ تعليق احد الصمامات.
- ✓ انخفاض ضغط الزيت الذي يقوم بتشغيل القابض ويحدث ذلك إما نتيجة تسرب الزيت أو تعليق أحد الصمامات المنظمة للضغط.

- **ارتفاع درجة حرارة الزيت:**

يحدث ذلك للأسباب التالية:

- ✓ مبرد الزيت لا يعمل أو حدوث نقص في منسوب المياه في دائرة التبريد.
- ✓ انسداد في مجارى الزيت.
- ✓ تعليق أحد الصمامات.
- ✓ تحميل مرتفع على المجموعة.

- **انخفاض القدرة المنقولة:**

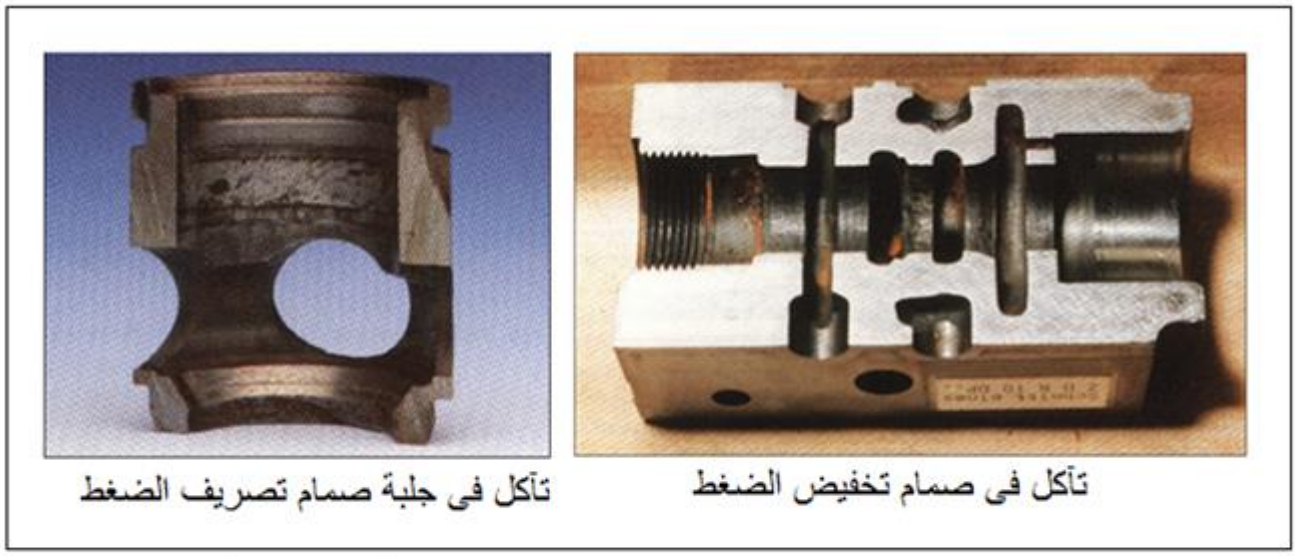
يحدث ذلك بسبب:

✓ الزيت به رغاوى والعلاج لذلك راجع الجزء الخاص في هذا الفصل.

✓ صعوبة حركة احد صمامات التغذية نتيجة انخفاض القوة المسببة لحركة الصمام.

← أشكال تآكل بعض أجزاء المنظومة الهيدروليكية:

هناك أشكال للتآكل الذي يحدث في الصمامات أو المضخة أو أجزاء أخرى في المنظومة والأشكال التالية توضح ذلك كما في الشكل رقم (٧٤):



الشكل رقم (٧٤) : بعض اشكال التآكل فى المنظومة الهيدروليكية

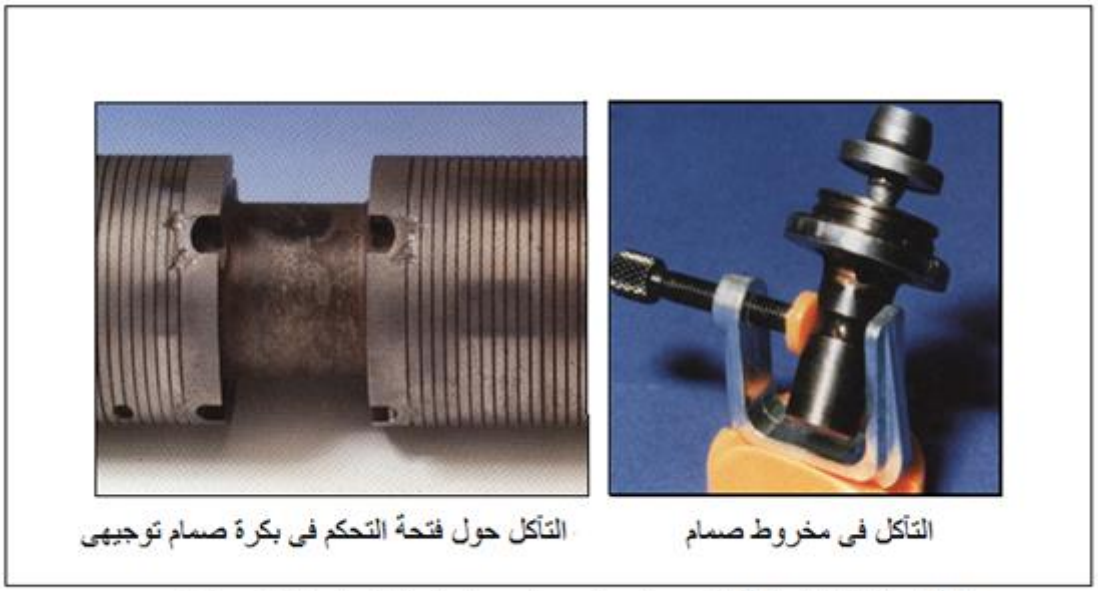
- الشكل رقم (٧٥) هو نمط من أنماط التآكل في المكونات الهيدروليكية.

الشكل رقم (٧٥) : بعض أشكال التآكل والتكهف فى المنظومة الهيدروليكية

- الشكل رقم (٧٦) : تآكل في قلب صمام تصريف الضغط وصمام عدم الرجوع.

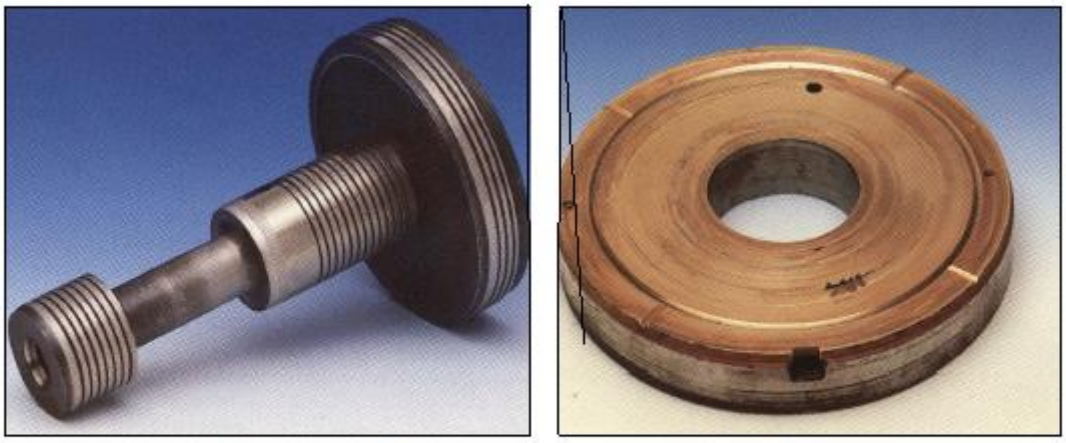
الشكل رقم (٧٦) : تآكل فى قلب صمام تصريف الضغط وصمام عدم الرجوع

- الشكل رقم (٧٧) : تآكل في مخروط صمام وحول فتحة التحكم لبكرة صمام توجبهى



الشكل رقم (٧٧) : التآكل فى مخروط صمام وحول فتحة التحكم لبكرة صمام توجبهى

- الشكل رقم (٧٨) : تآكل نتيجة التكهف وحدوث برى نتيجة الأجسام الغريبة بالزيت.



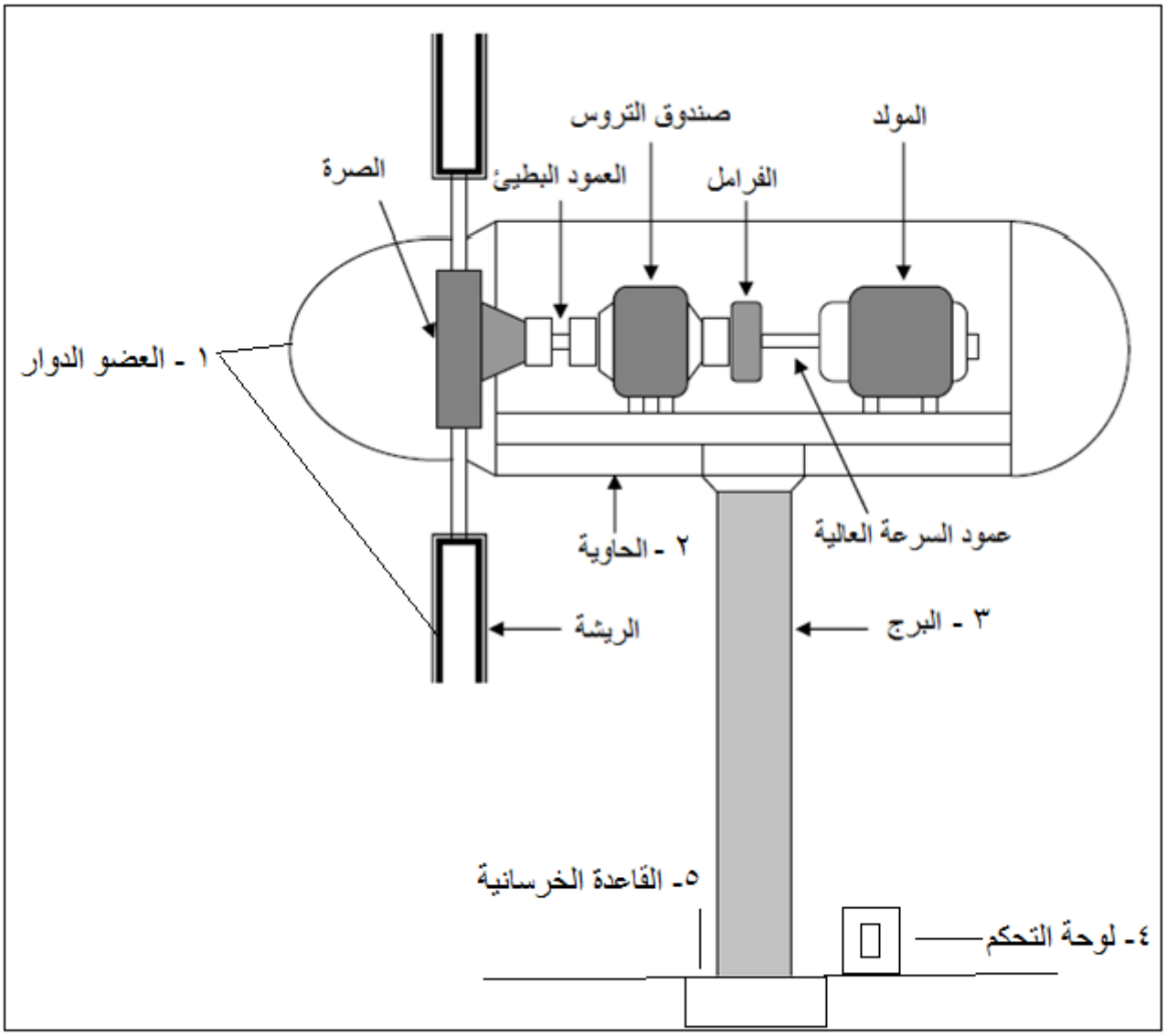
تآكل بسبب حدوث برى

تآكل نتيجة التكهف

الشكل رقم (٧٨) : تآكل نتيجة التكهف وحدوث برى نتيجة الاجسام الغريبة بالزيت

← المكونات الأساسية لتوربينة الرياح بما فيها دوائر الهيدروليك:

يتكون نظام التشغيل في التوربينة من الأجزاء التالية كما هو موضح بالشكل رقم (٧٩):



الشكل رقم (٧٩) : مكونات التوربينة الرئيسية

- العضو الدوار.
- حاوية الأجزاء الدوارة (الناسيل).
- البرج.
- لوحة التحكم.
- القاعدة الخرسانية.

وفيما يلي تفصيل لأجزاء التوربينة المختلفة:

← العضو الدوار:

يتكون العضو الدوار من ثلاثة أجزاء رئيسية كما يلي :

١ - الريش (الشفرات) ٢- الصرة ٣- غطاء الصرة.

- **الريش (الشفرات):**

الغرض من استخدام الريش هو تحويل الطاقة الحركية للرياح إلى عزم دوران ميكانيكي يؤدى إلى دوران بقية الأجزاء الدوارة وقد أستخدم الخشب قديما في تصنيع الريش وما يزال يستخدم في بعض التوربينات ذات القدرات المحدودة ثم استبدل الخشب بالحديد الصلب ولكن نظرا إلى ثقل وزنه وتكلفته العالية وكذلك تأثيره على الإشارات الخاصة بالإذاعة والتلفاز أصبحت تستخدم الآن الألياف الزجاجية نظراً لخواصها الثابتة على مدى عمر التوربينة وخفة وزنها بينما يصنع جذر الريشة من الصلب.

- **الصرة:**

عادة ما تصنع من الحديد الزهر أو الصلب، ويثبت بها فلانشات يتم ربطها بمسامير لتثبيت الريش (الشفرات) وكذلك فلانشة رئيسية لتثبيتها بمحور الدوران الرئيسي كما في الشكل السابق والغرض منها هو نقل القوى والعزم من الريش إلى محور الدوران الرئيسي.

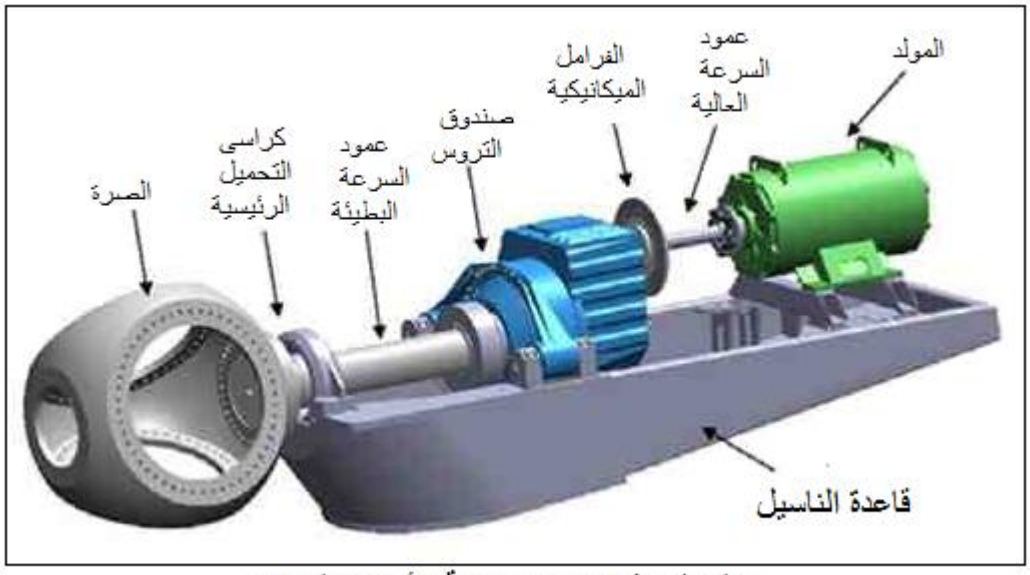
والصرة دائماً ما تكون مجوفة حيث يستخدم هذا التجويف في التوربينات ذات الريش المتغيرة الزاوية لوضع منظومة تغيير الزاوية داخلها أما في التوربينات ذات الزاوية الثابتة فهي تستخدم لوضع المنظومة الخاصة بالفرامل (المكابح) الهوائية بداخله وفي بعض التوربينات يستخدم لتثبيت مجسات قياس سرعة الرياح.

- **غطاء الصرة:**

ويصنع عادة من الألياف الزجاجية، ويستخدم لتغطية الصرة بحيث يساعد على سهولة انسياب الرياح على سطح الريش (الشفرات) وحماية الأجزاء الموجودة بداخله من الأتربة والرمال والأمطار وإعطاء منظر جمالي مقبول للتوربينة.

← حاوية الأجزاء الدوارة (الناسيل) وأهم محتوياتها:

وتصنع من ألواح من الصلب أو الألياف الزجاجية، وتحتوي على الأجزاء التالية كما هو مبين بالشكل رقم (٨٠):



الشكل رقم (٨٠) : حاوية الأجزاء الدوارة

- ✓ قاعدة حاوية الأجزاء الدوارة (الناسيل).
- ✓ محور الدوران الرئيسي.
- ✓ صندوق التروس.
- ✓ المكابح الميكانيكية (الفرامل).
- ✓ نظام التوجيه.
- ✓ وصلة مرنة.
- ✓ المولد.

- **قاعدة الناسيل:**

تصنع من ألواح الصلب المجمعة باللحام، ويثبت في الجزء السفلي منها فلانشة مائلة بواسطة اللحام لتثبيت منظومة توجيه التوربينة، ويتم تصميم القاعدة بحيث تنقل جميع القوى الديناميكية الاجهادات من العضو الدوار إلى البرج.

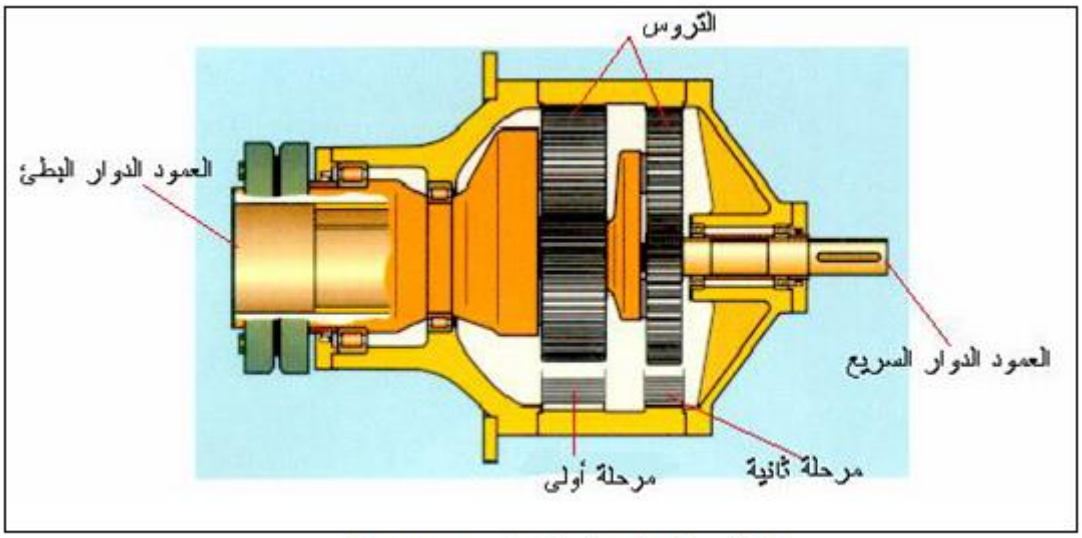
- **محور الدوران الرئيسي (عمود السرعة البطيئة):**

يصنع من الصلب المصمت عالي الجودة، ويوجد في إحدى نهايتيه فلانشة للتثبيت مع فلانشة الدوار الرئيسية والنهاية الأخرى تثبت مع صندوق التروس ويحمل على كراسي تحميل عالية الجودة حتى تكون قادرة على نقل القوى المحورية والعزم الدورانية إلى قاعدة حاوية الأجزاء الدوارة ويكون كرسي التحميل الخلفي مثبتاً ليمتص قوى الرياح الأفقية وتغطى كراسي التحميل وعمود الدوران معاً بغطاء من الحديد الزهر، ويكون على هيئة أنبوبة أسطوانية لحمايتهم من الأتربة والرمال وتكون الأغطية الجانبية لكراسي التحميل مزودة بموانع تسرب لحماية الكراسي من دخول الأتربة وكذلك خروج الشحوم كما هو واضح بالشكل رقم (٨١).

الشكل رقم (٨١) : عمود السرعة البطيئة

- **صندوق التروس:**

يصنع الصندوق من الحديد الزهر عالي الجودة، وتصنع التروس من الصلب عالي الجودة وعادة ما يكون صندوق التروس مكونا من مرحلتين آو ثلاث مراحل والغرض من صندوق التروس تحويل العزم العالي عند السرعة البطيئة للعضو الدوار إلى عزم صغير مع سرعة عالية لتشغيل المولد الكهربي ويتم استخدام نوع معين من الزيوت للقيام بعملية التزييت بين التروس طبقا للتصميم الهندسي لصندوق التروس حتى يتحمل درجات الحرارة العالية الناتجة من دوران واحتكاك التروس دون أن تتغير خواصه ويجب أن يتحمل صندوق التروس التشغيل بدون توقف طوال العمر الافتراضي للتوربينة الذي يتجاوز العشرين عاماً والشكل رقم (٨٢) يعطي شكلا توضيحيا لصندوق التروس.

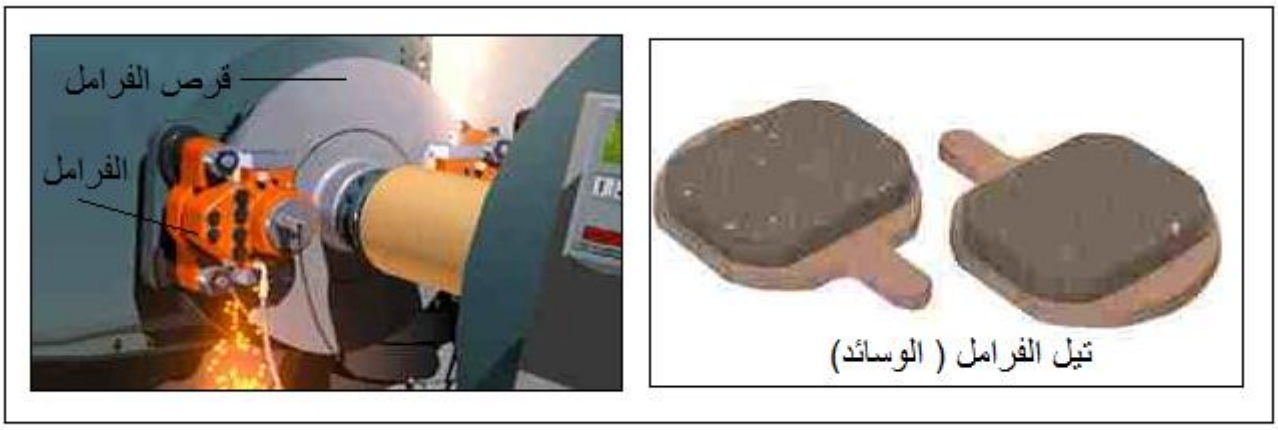


الشكل رقم (٨٢): مكونات صندوق التروس

وتكون نسبة التحويل أو الرفع في صندوق التروس هي حاصل قسمة السرعة العالية (سرعة دوران المولد) على السرعة المنخفضة (سرعة دوران العضو الدوار) .

- **الفرامل (المكابح) الميكانيكية:**

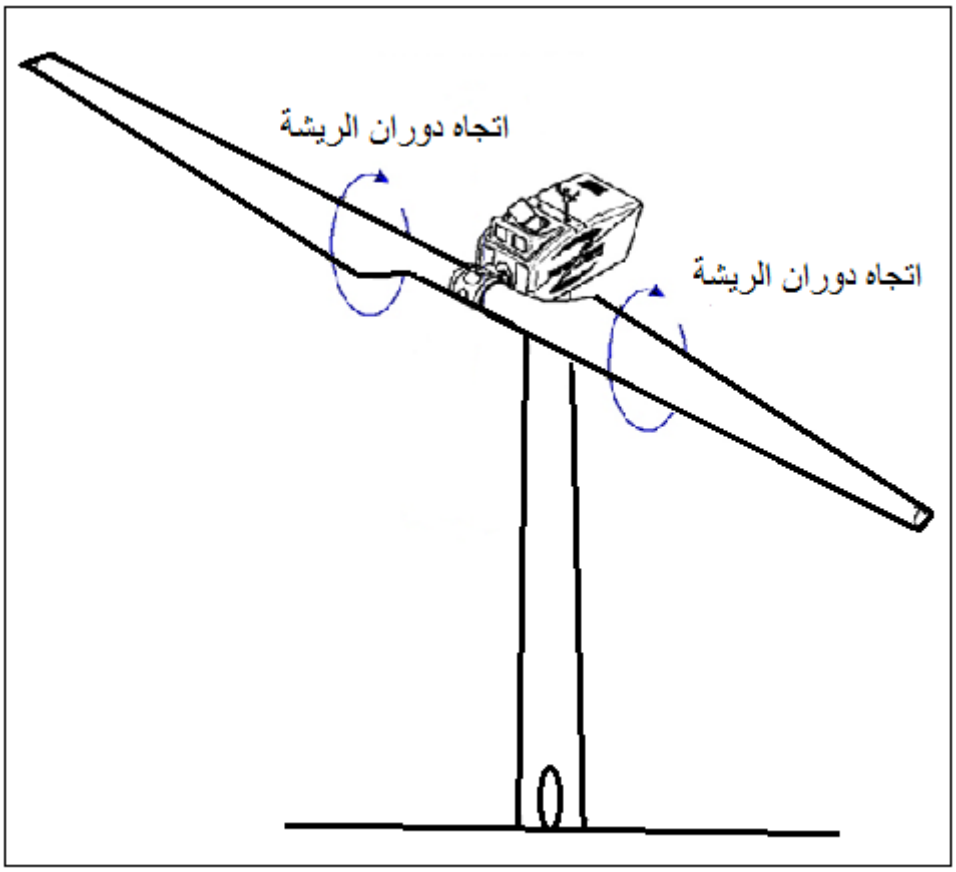
الفرامل الميكانيكية كما بالشكل رقم (٨٣) عبارة عن قرص من الصلب عالي الجودة حتى يتحمل درجة الحرارة العالية الناتجة من الاحتكاك بينه وبين الوسائد وتعمل هذه الوسائد (Pads) إما بنظام كهربي أو نظام هيدروليكي ويركب قرص الفرامل إما على عمود العضو الدوار(عمود السرعة البطيئة) أو على العمود الواصل بين صندوق التروس والمولد الكهربائي (عمود السرعات العالية).



الشكل رقم (٨٣) : مكونات الفرامل الميكانيكية

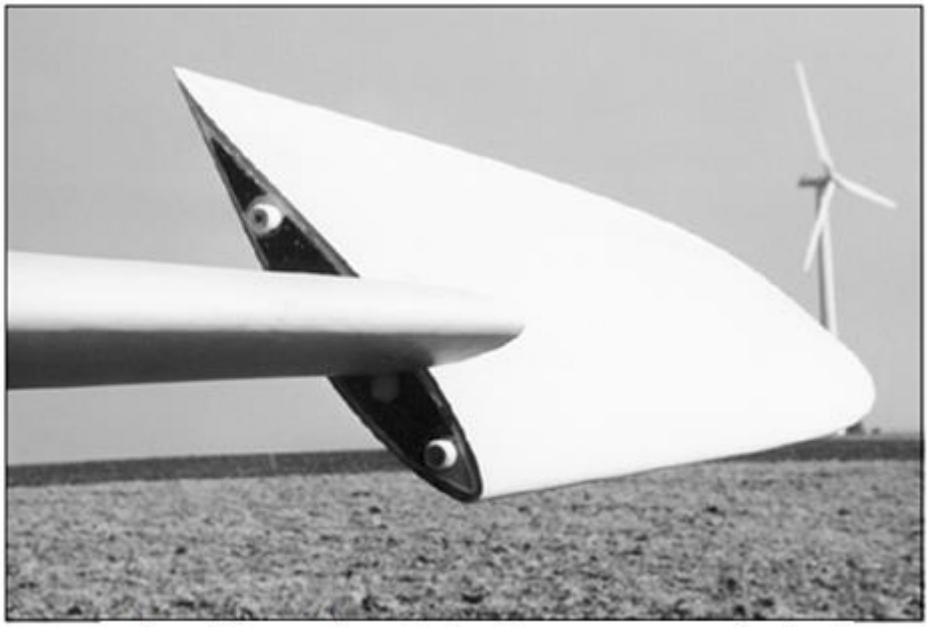
- **الفرامل (المكابح) الهوائية:**

تستخدم الفرامل (المكابح) الهوائية لتقليل سرعة الدوران في حالة التوقف العادي والطارئ بجانب الفرامل الميكانيكية وتستخدم الريش في التوربينات ذات الريش المتغيرة الزاوية ك فرامل (مكابح) هوائية، حيث تلف الريشة حول محورها الطولي بزاوية ٩٠ درجة تقريباً فتنخفض سرعة دوران الجزء الدوار كما هو واضح بالشكل رقم (٨٤).



الشكل رقم (٨٤) : استخدام الريش كفرامل هوائية فى الريش متغيرة الزاوية

أما في التوربينات ذات الريش ثابتة الزاوية فيستخدم طرف الجناح الأمامي كفرامل هوائية، حيث يلف حول محورا لريشة الطولي بزاوية ٩٠ درجة ليصبح متعامداً معه فتنخفض سرعة الدوران كما في الشكل رقم (٨٥).

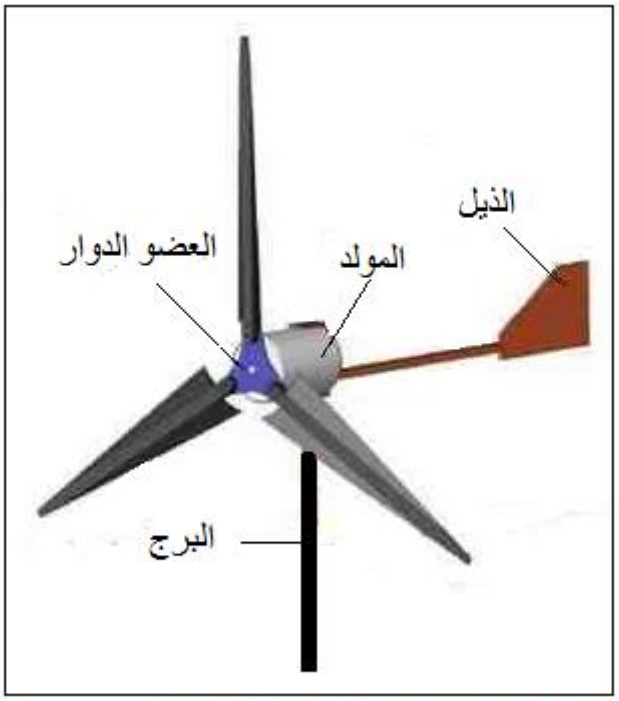


الشكل رقم (٨٥) : استخدام الفرامل الهوائية فى نهاية الريشة

- **نظام التوجيه.**

هناك نوعان من أنواع التوجيه بالتوربينات يتمثل في:

- **نوع ميكانيكي:** هي عبارة عن ذيل يشبه دفة السفينة في مؤخرة الناسيل وتستخدم في التوربينات الصغيرة جداً و توربينات ضخ المياه والتي لا تحتوى على وحدة فرامل ميكانيكية أو كهربية حيث يستعان بهذا الذيل فى توجيه التوربينة ناحية اتجاه الرياح كما في الشكل رقم (٨٦).



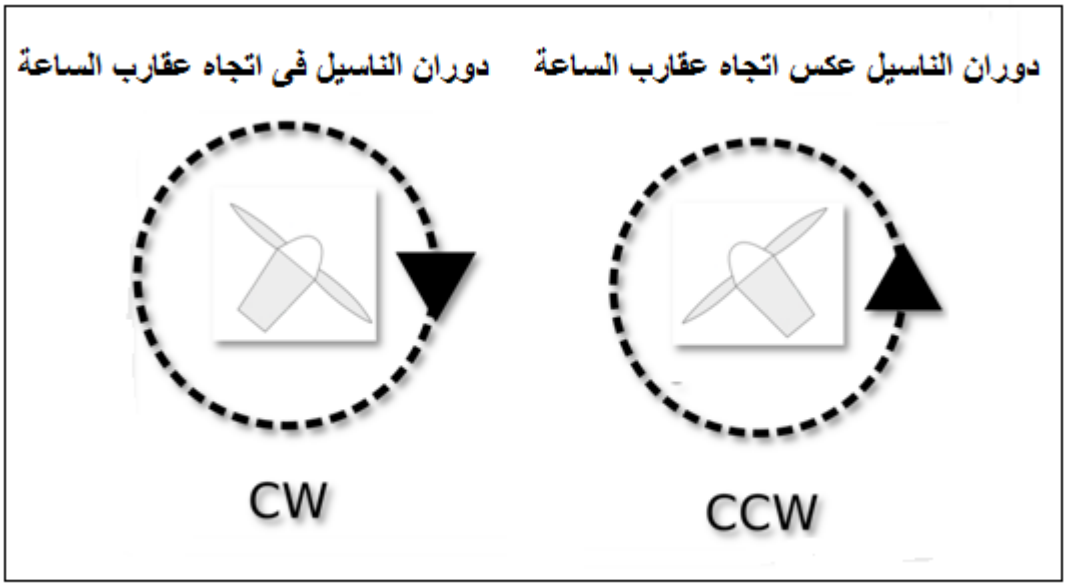
الشكل رقم (٨٦) : نظام التوجيه الميكانيكى باستخدام الذيل

- **نوع كهروميكانيكى:** وهو عبارة عن منظومة تقوم بتحريك الناسيل في اتجاه الرياح وتتكون المنظومة من:

  - **حساس اتجاه الرياح:** يعطى إشارات تبين اتجاه الرياح.
  - **موتور التوجيه :** يقوم بتحريك الناسيل إلى اتجاه الرياح الفعلي.
  - **فرامل التوجيه:** تقوم بالحفاظ على ثبات الناسيل أثناء الدوران.
  - **مجموعة التوجيه:** تزيد من عزم الدوران وتقنن من سرعة الدوران الناسيل لتفادى حدوث إجهادات أثناء الدوران وحتى تتجه ناحية اتجاه الرياح الصحيح.
  - **ترس التوجيه:** هو ترس داخلي كبير يربط بين الناسيل و البرج و يتحرك الناسيل من خلاله حيث يسمح نظام التوجيه بدوران الناسيل للتوجيه دائما في اتجاه الرياح بناء على إشارة من دوارة الرياح الموجودة أعلى الناسيل ليتم دفع الناسيل دائما في اتجاه الرياح كما بالشكل رقم (٨٧) وذلك لتحقيق الاستفادة القصوى من الطاقة الكامنة في الرياح.

الشكل رقم (٨٧) : منظومة التوجيه فى التوربينة

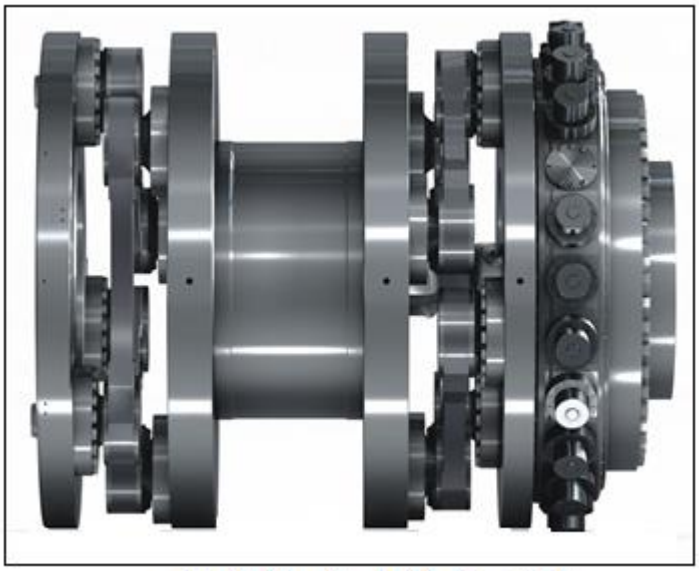
ويعتمد هذا النظام على توربينات تستخدم نظام توجيه واحد (يمين ويسار فى نفس الوقت) وأخرى تستخدم نظامين للتوجيه أحدهما يمين والآخر يسار كما بالشكل رقم (٨٨).



الشكل رقم (٨٨) : اتجاه دوران الناسيل

- **الوصلة المرنة:**

وتستخدم هذه الوصلات للربط بين بعض أجزاء التوربينة، حيث توجد وصلتان بين صندوق التروس والمولد الكهربائي والغرض منها حماية أجزاء التوربينة لقدرتها على امتصاص الأحمال المفاجئة والصدمات، وتسمح بإزاحات زاوية نصف قطرية لمحاور الدوران وأجزاء التوربينة والشكل رقم (٨٩) يوضح الوصلة المرنة.



الشكل رقم (٨٩) : الوصلة المرنة

- **المولد الكهربائي:**

يعتبر المولد الحثي من المولدات الأكثر استخداما في توربينات الرياح ويكاد يكون استخدامه في الحياة العملية قاصرا عليها، ولعل الشيء الهام أن هذا المولد قد صمم في الأصل كموتور لذا فهو يستخدم ملفات ينشأ عنها مجال مغناطيسي عند تزويدها بالكهرباء في بداية عمل المولد وذلك بدلا من الأقطاب المغناطيسية المستخدمة في المولد التزامني، كما يتميز برخص سعره مقارنة بالمولد التزامنى.

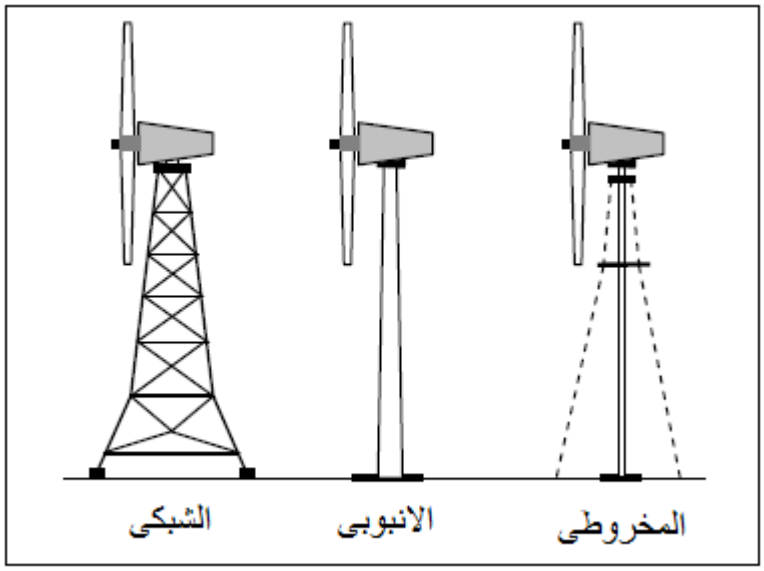
وعادة ما تستخدم التوربينات مولدات تعتمد علي أربع أو ست ملفات، ويرجع هذا إلي أن السرعة العالية في الدوران تقلل حجم المولد وتكلفته، حيث أن عدد الأقطاب يتناسب تناسبا عكسيا مع سرعة الدوران التي يبدأ عندها توليد الطاقة الكهربية.

وغالباً ما تستخدم المولدات من النوع الحثي في المراوح المرتبطة بالشبكة الكهربية، ويربط بها مكثفات كهربية لتحسين معامل القدرة وتقليل القدرة غير الفعالة المسحوبة من الشبكة الكهربية كما يمكن استخدام مولد واحد أو أكثر طبقا للتصميم الهندسي للتوربينة ويتكون المولد من الأجزاء الآتية من :

١ – العضو الدوار ٢ – الجزء الثابت ٣ – كراسي التحميل ٤ – مروحة التبريد ٥ – الجسم.

- **البرج:**

يُصنع من الحديد المعالج حراريا أو الخرسانة ليتحمل مكونات الحاوية والتي يصل وزنها إلي قرابة الثلاثين طن، ويمثل البرج حوالي ٢٠% من ثمن التوربينة ويمكن أن تختلف ارتفاعات الأبراج لنفس طراز التوربينة مما يؤدي للحصول علي طاقة أكبر من التوربينات ذات الأبراج العالية (نظرا لزيادة سرعة الريح مع ارتفاع التوربينة)، وإلي جانب احتواء الحاوية والبرج علي مكونات القوي الكهربية ومعدات التحكم المستخدمة في تشغيل ومراقبة أداء التوربينات، فإن الحاوية تحول الأحمال الهيكلية إلي البرج ويأخذ البرج البناء الشبكي أو البناء الأسطواني أو المخروطي كما بالشكل رقم (٩٠).



الشكل رقم (٩٠) : أنماط مختلفة من الأبراج

- **لوحة التحكم الرئيسية:**

ومن خلالها يتم التحكم في تشغيل التوربينة وتحتوي على الأجزاء الرئيسية مثل :

١- المفتاح الرئيسي لربط التوربينة بالمحول.

٢- مجموعة تحسين معامل القدرة (مكثفات وملفات).

٣- المحولات الخاصة بتغذية دوائر التحكم والوقاية للتوربينة.

٤- دوائر التحكم والوقاية (دائرة التحكم في دخول التوربينة على الشبكة - الدائرة الخاصة بتوجيه التوربينة في اتجاه الرياح.

٥- دوائر لنقل البيانات (الجهد – التيار – درجة الحرارة.....) إلى الحاسب الخاص بالتوربينة الموجود بلوحة التحكم الرئيسية كما هو واضح بالشكل رقم (٩١).

الشكل رقم (٩١) : لوحة التحكم الرئيسية

- **لوحة التشغيل:** وهى التي تقوم بمراقبة ومتابعة وظائف التوربينة وظروف التشغيل المختلفة وكذلك التحكم عن بعد من خلال غرفة التحكم المركزي للتوربينات وفق برنامج مخصص لذلك بالحاسب الآلي بغرفة التحكم والشكل رقم (٩٢) يبين لوحة التشغيل .

الشكل رقم (٩٢): لوحة التشغيل

- **القاعدة الخرسانية:**

تصنع قاعدة التوربينة من الخرسانة المسلحة وفق حسابات وتصميمات معينة، ويوضع بداخلها فلانشة خاصة لتثبيت برج التوربينة عليها ويؤخذ في الاعتبار عند تصميمها الأحمال الديناميكية للتوربينة، وتعمل على نقل الأحمال والعزم من البرج إلى الأرض.

← أساسيات تشخيص الأعطال:

- **خطة تتبع الأعطال:**

يجب على القائم بالإصلاح تتبع موضع العطل وتتبع صلاحية الأجزاء تتبعاً منطقياً واحداً تلو الآخر حتى يجد تشخيص واضح للعطل ثم يتتبع خطوات الحلول حتى يتم الوصول للمكون أو الجزء العاطل وتسمي هذه العملية بخطة تتبع الأعطال.

كما يجب على فني الإصلاح أن يتفادى أي انطباعات مسبقة لطبيعة العطل ولا يبدأ من منتصف الطريق ولا يقفز إلى استنتاجات لم يتأكد منها حتى لا يصلح أو يستبدل أي شيئ قد لا يؤثر على العطل الأصلي بل يجب عليه دائما وأبدا أن يبدأ بمعلومات واضحة وقاطعه لا تحتمل الشك.

← توفير قطع الغيار :

من المعروف أن كل جزء في التوربينة يؤدى وظيفته خلال فتره عمره الافتراضي وذلك عند تشغيل التوربينة تحت الظروف وبالشروط المحددة من قبل مصّنع التوربينة، ومما لاشك فيه أن توفر المواد مثل الزيوت والشحومات والأسلاك ومواد التنظيف وخلافه وكذلك قطع الغيار اللازمة له تأثير مباشر في نجاح خطط الصيانة الموضوعة في الموقع وتنفيذها في تواريخها المحددة دون تأجيل ويؤدي عدم توفر قطع الغيار إلى

زيادة الأعطال وتفاقمها وزيادة مدة خروج التوربينة عن العمل وبالتالي يؤثر ذلك في النهاية على ضعف الإنتاج وجودته ولتوفير قطع الغيار لابد من إتباع خطة شراء مدروسة ومخططة تعتمد على الأتي :

- **تحديد أنواع قطع الغيار :**

يمكن تصنيف أنواع قطع الغيار حسب التالي :

- قطع غيار أساسية في التوربينة أو ثانوية .
- قطع غيار ذات عمر افتراضي كبير أو صغير.

- **تحديد حجم الاحتياج من قطع الغيار:**

في البداية يمكن تحديد قطع الغيار التي يجب أن تتوفر في الموقع من كتالوجات المصّنع الخاصة بقطع الغيار إذ أن معظم المصّنعين يقوموا بتحديد الحد الأدنى لتواجد قطع الغيار وخاصة الاستهلاكية منها في الكتالوجات الخاصة بقطع الغيار، وفي حالة عدم وجود هذه المعلومات في الكتالوج فإنه يتم متابعة الآلات خلال ساعات تشغيلها ومن واقع ملف الصيانة الخاص بها يتم معرفة المعدلات الفعلية لاستهلاك قطع الغيار.

- **تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار:**

وبعد تحديد حجم الاستهلاك السنوي يتم تحديد حجم الطلب الاقتصادي لمخزون قطع الغيار والذي يعتمد على قيم عديدة لابد من توفرها منها تكلفة أوامر التوريد في السنة وتكلفة التخزين وحجم الاستهلاك.
ويمكن وضع سياسة عامة لتخزين قطع الغيار لحين توفر المعلومات الخاصة بحساب المعدل الاقتصادي للتخزين تتلخص في أن القطع المتوفرة محليا لا يتم شراؤها وتخزينها في مخزن الموقع لأنه يسهل شراؤها في أي وقت أما القطع التي لا تتوفر محليا والتي تحتاج الوقت الطويل لتوريدها فانه يتم طلب المهم منها وخاصة ذات الاستهلاك الكثير وتخزينها في الموقع لحين الحاجة أما عن طلب القطع الأخرى فانه يتم شراؤها عندما يحين وقت الحاجة إليها حسب خطة الصيانة.

← نظام تسجيل المعلومات:

لابد أن يكون لدي إدارة الصيانة نظام كامل لتسجيل كل عمليات الصيانة بكل تفاصيلها الدقيقة التي تقوم بها خلال فترة عمر التوربينة حيث أن المعلومات التي تسجل في هذا النظام هي التي تكون بمثابة المرجع الأول والأخير لتقارير الصيانة التي يتم رفعها للإدارة وتقدير الموازنات وخطة الصيانة وشراء قطع الغيار وخطة المراقبة غيرها من الأمور التنظيمية الأخرى ومن الأنظمة المفيدة التي تضمن تنظيم وتسجيل عمليات الصيانة هو استخدام نظام أمر العمل فهو الوثيقة التي تخول فني الصيانة البدء في إجراء الصيانة ويتم إصداره من مسئول الصيانة.

← المعدات والأدوات المستخدمة في الصيانة:

مما لاشك فيه أن توفر العدد اللازمة لعمليات الصيانة المختلفة له تأثير مباشر في نجاح خطط الصيانة الموضوعة للموقع وتنفيذها في الوقت المحدد لها دون أي تأخير ويتم تحديد العدد والأدوات المناسبة واللازمة لكل عمل من واقع تعليمات المصنعين أو من واقع الخبرة والتجربة، ويتم تسجيلها في نماذج خاصة تحفظ في السجلات الخاصة بالصيانة.

بل أن وجود عدد متنوعة ومتطورة مثلا مفاتيح هيدروليكية يكون له التأثير المباشر في تسريع وقت فك القطعة ووقت تركيبها مرة أخرى وصيانتها، والذي يؤدي في النهاية إلى تخفيض أوقات إنجاز عمليات الصيانة وبالتالي يزيد من أوقات التشغيل.

ولا بد من وجود أجهزة قياس متطورة مثل أجهزة قياس الحرارة - الرطوبة - الاهتزازات وغيرها للتعرف على حالة الآلة أثناء تنفيذ إجراءات الفحص الدوري أو الصيانة التصحيحية.

- **المفاتيح:** تستخدم المفاتيح لربط وفك المسامير والصواميل ولذالك يوجد العديد من أنواع وأشكال المفاتيح فمنها البلدي والحلقي (المشرشر) ومفاتيح الن كي كما يعتبر مفتاح العزم من أهم المفاتيح في الصيانة حيث يستخدم في التربيط والفك لمسامير تثبيت البرج بالقاعدة الخرسانية وكذلك مسامير ريش التوربينات ومسامير تثبيت صندوق التروس والمولد بجسم الناسيل.
- **مفتاح العزم:** وهو أداة لشد أو إرخاء عناصر ربط كالمسامير الكبيرة نوعاً أو الصواميل بدقة معقولة بتطبيق عزم دوران (يمكن قياسه)على المسمار أو الصامولة وهو ذو رأس به فراغ يدخل به رأس المسمار أو الصامولة وله آلية داخلية يستعمل بها حيث تكون مسألة إحكام التماسك بين مسننات الرابط (المسمار أو الصامولة) والمربوط (العنصر المسنن الآخر الذي تتداخل معه تلك المسننات) لضمان تنفيذ عملية الربط هذه بقيمة مقررة أو محسوبة مسبقا وهذا المفتاح يسمح لمستخدمه لقياس العزم المطبق على العنصر الرابط وبالتالي المقارنة مع متطلبات الربط المحددة سلفا وهكذا يمكن تطبيق شد أو تحميل الأجزاء المربوطة بواسطة أداة الربط بطريقة صحيحة خاضعة للقياس حيث يقاس العزم كدالة يعبر عنها برقم أو قيمة تقرأ على المفتاح والشكل رقم (٩٣) يبين مفتاح العزم.

الشكل رقم (٩٣) : مفتاح العزم

كما يبين الشكل رقم (٩٤) طريقة استعمال مفتاح العزم.

الشكل رقم (٩٤) : طريقة استخدام مفتاح العزم

٢- المفكات: تستخدم لفك وربط المسامير الصغيرة الحجم وتتعدد أشكالها أيضاً فمنها القصير والطويل والعادة والمتصالبة (الصليبة) وذو الرأس الخماسي والسداسي كما بالشكل رقم (٩٥).

الشكل رقم (٩٥) : جانب من العدة المستخدمة

← أدوات ومعدات التنظيف:

- فرش النظافة: يبين الشكل رقم (٩٦) أنواع الفرش المستخدمة فى نظافة لوحات التحكم والتشغيل بالتوربينة.

الشكل رقم (٩٦) : فرش النظافة

- نافخ الهواء: يستعمل لتنظيف الأجزاء الكهربية والالكترونية وإزالة الأتربة من لوحات التحكم في الأماكن الضيقة كما بالشكل رقم (٩٧).

الشكل رقم (٩٧) : نافخ الهواء (البلاور)

- **فوط قماش وصابون سائل:** تستعمل الفوط لمسح الزيوت والشحوم المتناثرة بعد إجراء عملية الصيانة والصابون السائل يستعمل لغسيل الريش وكذلك الجازولين (احد مشتقات البترول) يستعمل في نظافة الأجزاء المتسخة بالزيوت والشحوم كما في الشكل رقم (٩٨):

الشكل رقم (٩٨) : جانب من المنظفات

← المخاطر المصاحبة لعملية الصيانة:

مخاطر العنصر البشري:

يعتبر العامل هو الأساس الذي يرجى المحافظة عليه ولكن في كثير من الأحيان يكون هذا العامل هو مصدر الخطر الأساسي إذا كان محدود الخبرة والمهارة، وقد يتسبب بكوارث لا تحمد عقباها ومن هذه المخاطر ما يلي:-

- السن: العامل صغير السن لا يدرك طبيعة المخاطر وقد يلهو بتجربة شيء ما يؤدي لحدوث كارثة.
- الإهمال واللامبالاة: العامل المهمل يركز اهتمامه على أشياء أخرى غير العمل مما يعرضه للخطر هو وزملائه بشكل أكبر، وكأمثلة على ذلك نزع الحواجز الواقية عن الآلات وإجراء الصيانة أثناء تشغيل الآلة ووضع الأدوات في غير الأماكن المخصصة لها .
- الحالة الصحية: تؤثر الحالة الصحية السيئة للعامل على أدائه وكفاءته في تنفيذ العمل مما قد يعرضه للمخاطر.
- الحالة النفسية: تلعب الحالة النفسية السيئة للعامل على تشتيت الذهن وعدم التركيز وبالتالي قد يفقد السيطرة على أدوات الورشة مما يعرضه للمخاطر.
- التعب والإجهاد: العمل المضني والشاق لفترات طويلة تعرض العامل للتعب والإجهاد مما يؤثر على أدائه ويعرضه للمخاطر.
- التدريب والخبرة: تعتبر الخبرة في العمل من أساسيات الحماية من المخاطر ويمكن أن تكتسب الخبرة من خلال ندوات توعية وحلقات تدريب على العمل .

المخاطر الميكانيكية:

المخاطر الميكانيكية هي كل ما يتعرض له العنصر البشرى في مكان العمل من الاصطدام أو اتصال جسمه بجسم صلب كإدخال الأصابع بين التروس أو اتصال ملابس العامل بجزء دائر في الآلات كأعمدة المحاور والحدافات فينجذب العامل إلى الآلة وتحدث الإصابة كما يجب عمل حواجز حديدية فى منطقة العمل للحفاظ علي العمال داخل الورشة .

المخاطر الكهربية:

تمثل المخاطر الكهربية على الإنسان والمواد خطراً شديداً إذا لم يتم استخدامها حسب الأصول الفنية السليمة وحسب تعليمات السلامة الخاصة بها ومنها :-

الكهرباء التيارية : وهي التي تنتج عن المولدات الكهربية والبطاريات بأنواعها المختلفة في صورة تيار كهربي.

الكهرباء الاستاتيكية : وهي التي تنشأ عن احتكاك جسمين غير موصلين للكهرباء أو جسم موصل بآخر غير موصل ، وتتولد على شكل شحنات مختلفة تتجمع على أسطح هذه الأجسام كالسيور الناقلة للحركة وأثناء الشحن والتفريغ للمواد البترولية كالزيوت والشحوم واحتكاك بعض أنواع الملابس المصنوعة من الخيوط الصناعية بجسم الإنسان.

- **كيفية تلافى الأخطار أثناء تنفيذ بنود الصيانة :**

يتم ذلك بتوفير بيئة عمل آمنة خالية من مسببات الحوادث أو الإصابات أو الأمراض المهنية وتعتبر مهمات الوقاية الشخصية وسيلة وقائية مكملة لمجموعة الإجراءات والاحتياطات التي تتخذ لتأمين وحماية العمال المعرضين لمخاطر وحوادث العمل ويجب مراعاة ما يلى :-

- عدم تشغيل أي جهاز بدون معرفة التعليمات والمعلومات الكهربية اللازمة لذلك عند الانتهاء من العمل.
- استعمال كافة مهمات السلامة من (أحذية - خوذة- نظارة - قفاز- حزام أمان،....) والاهتمام بالمظهر والهندام.
- التدريب على كيفية ارتداء أحزمة الأمان وذلك قبل الصعود لأعلى التوربينة.
- ترتيب وتنظيم العدد والآلات بحسب الإرشادات وتعليمات العمل.
- إعادة العدد والآلات إلى الأدراج والحمالات بالورشة وعدم تركها على طاولة العمل وإلا قد تحدث إصابة.
- عند توصيل الأسلاك ببعضها يجب عزل نقاط التوصيل بمادة عازلة للكهرباء وبشكل جيد وأمين.
- وجود قاطع تيار رئيسي (مفتاح) لحماية الورشة فى حالة حدوث أخطار.
- تزود الورشة بقاطع تيار لفصل التيار الكهربائي بعد انتهاء العمل اليومي أو عند الطوارئ.
- يجب أن تحتوى الورشة على وسائل الوقاية المناسبة مثل الحواجز المختلفة سواء ثابتة أو متحركة حسب طبيعة الآلة.

← إجراءات توفير الخامات وقطع الغيار المطلوبة:

- **إجراءات العمل داخل المخازن:**

تعتمد المخازن بجميع أنواعها في عملها على عدة عمليات أساسية وإجراءات متبعة وهي:-

١- عملية الفحص والاستلام.

٢- عملية التسجيل.

٣- عملية التخزين والتشوين.

٤- عملية الصرف.

أولاً: الفحص والاستلام.

يقوم أمين المخزن باستلام المواد والأصول من عدة محاور مختلفة وهي:-

- ✓ من خلال العهد النقدية.
- ✓ من خلال طلبات الشراء المحلية.
- ✓ من خلال الاعتمادات المستندية.
- ✓ من خلال التحويلات والمرتجعات من مشاريع أخرى كما يلي:-

- وفي جميع هذه الحالات يقوم بفحص المواد ومطابقة الكميات والأسعار بما هو وارد في طلبات الشراء أو الاعتمادات أو فواتير المورد في العهد النقدية.
- يتم الفحص بواسطة أمين المخزن أو مهندس المشروع أو مهندس المواد حسب المواصفات المطلوبة وفي حالة الاعتمادات الخارجية يتم تشكيل لجنة للاستلام ومطابقة الوارد مع قائمة الشحن من حيث المواصفات والكميات المطلوبة وعدم وجود كسر أو شرخ أو أية أضرار للمواد الواردة.
- ثم يقوم أمين المخزن بتحرير سندات الاستلام وهي من أصل وثلاث صور.

حيث يحتفظ بصورة المخزن للتسجيل منها وصورة حفظ بالدفتر أما الأصل مع صورة مراقبة المخازن فيتم إرسالهم للإدارة المالية حيث تتم المطابقة والتسعير بواسطة قسم مراقبة المخازن مع فواتير المورد وطلبات الشراء ثم يرسل الأصل مع الفواتير وطلبات الشراء وطلبات المواد لقسم الحسابات لمتابعة إجراءات الصرف.

ثانيا: التسجيل:

يقوم أمين المخزن بتسجيل المواد والأصول في كرت الصنف الذي يحتوي على جميع البيانات الخاصة بتوريد هذا الصنف وسعره وكمياته وكود المخزن الخاص به.

ويحتفظ أمين المخزن بهذه الكروت مع إتباع الدقة المتناهية في التسجيل وعمل ملفات خاصة بكل ما يتم استلامه من مواد وأثاث وعدد وأدوات ومعدات ووسائل نقل وانتقال كما يقوم بحفظ صور سندات الاستلام الخاصة بالمخزن في ملف خاص للتسجيل من خلال هذه السندات والرجوع إليها وقت الحاجة.

ثالثا: التخزين والتشوين:

وهي العملية التالية بعد الفحص والاستلام ألمخزني حيث يقوم أمين المخزن بترتيب وتشوين المواد الخاصة بالمخزن بطريقة منظمة لتسهيل عمليات الاستلام والصرف اليومية للمواد مع عدم تداخل الأصناف مع بعضها خاصة المتشابهة منها.

كم يراعي عمليات حفظ المواد حسب تحملها للحرارة والرطوبة وعدم التخزين تحت أشعة الشمس المباشرة إلا للأصناف التي تتحمل ذلك كما يجب حماية المواد من الأمطار وتسريبات المياه وعدم تشوينها على الأرض مباشرة بل يعمل لها قواعد خشبية خاصة حتى لا تتأثر برطوبة الأرض أو تسرب المياه وخلافه وتستمر فترة التخزين حتى يتم طلب هذه المواد للتشغيل حسب الاحتياج اليومي للمشروع.

رابعا: عملية الصرف:

يقوم أمين المخزن بالصرف يومياً حسب احتياج المشروع للمواد المشونة بالمخازن حيث يقوم الطالب بعمل أمر تسليم موقع من مهندس الموقع لتسليمه لأمين المخزن الذي يوم بدوره بتسليم هذه المواد للطالب بعد تحرير

سند تسليم المخزن مبين به الكمية المنصرفة واسم المستلم الذي يقوم بالتوقيع على السند بالاستلام ثم يتم اعتماده من مدير المشروع ثم تسجل الكميات المنصرفة لجميع السندات المحررة يوميا في كرت الصنف الخاص بكل مادة على حدة.

ويتكون سند التسليم من أصل وأربع صور، الأصل خاص بالحسابات وصورة لمراقبة المخازن وصورة للمخزن وصورة حفظ بالدفتر.

ويقوم أمين المخزن بحفظ صور سندات التسليم في ملف خاص للتسجيل من خلالها في كرت الصنف والرجوع إلى هذه السندات وقت الحاجة.

- **الدورة المستندية للعمل داخل المخازن:**

الدورة المستندية للمخازن ترتبط بثلاث مراحل أساسية للعمل داخل المخزن وهي:-

١- مرحلة طلب المواد والأصول حتى يتم توريدها للمخزن.

٢- استلام هذه المواد والأصول وتخزينها بالمخزن.

٣- صرف هذه المواد وتحويل الأصول حسب الاحتياج اليوم للعمل بالمشروع.

أولاً: طلب المواد:

يتم عمل طلبات المواد حسب الحاجة بالمشروع.

ويتم توجيه الطلبات الخاصة لعمل طلب شراء محلي أو اعتماد مستندي إلى قسم المشتريات بالإدارة المالية لعمل الإجراءات اللازمة لتوريد هذه المواد.

أما بالنسبة للعهد النقدية فيتم عمل طلب المواد واعتماده من مدير المشروع ويحفظ بالمخزن بعد تسليم صورة منه لمندوب المشتريات ليتم الشراء من السوق المحلي ومتابعة إجراءات الاستلام واستعواض العهدة بعد ذلك.

ثانياً: الاستلام:

بعد أن يتم توريد المواد للمخزن يتم تحرير سندات الاستلام سواء كان التوريد بواسطة مندوب المشتريات أو كان بواسطة موردين بطلبات شراء محلية أو باعتمادات خارجية.

ثم تعتمد هذه السندات من مدير المشروع وترفق مع طلبات المواد وفواتير المورد حيث يحتفظ أمين المخزن بصورة المخزن مع صورة حفظ بالدفتر أما الأصل وصورة مراقبة المخازن فيتم إرسالهم إلى قسم مراقبة المخازن .

ثالثا: الصرف والتسليم:

- يقوم أمين المخزن بصرف المواد حسب الحاجة اليومية للعمل حيث يقوم الطالب بعمل أمر صرف معتمد من المهندس المسئول مبين به الصنف والكمية المطلوب صرفها من المخزن.
- ثم يقوم أمين المخزن سندات تسليم بعد تجميع أوامر الصرف ويتم اعتماد هذه السندات من مدير المشروع بعد التوقيع عليها من المستلم ومن أمين المخزن.

- كما يتم بعض الأحيان تحرير سندات تسليم للتحويل إلى مشاريع أخرى سواء أصول أو مواد وذلك بعد موافقة مدير المشروع على طلب المواد الخاص بذلك.
- ويحتفظ أمين المخزن بصورة سند التسليم للمخزن وصورة حفظ بالدفتر ويتم إرسال أصل سند التسليم وصورة مراقبة المخازن إلى قسم مراقبة المخازن بالإدارة المالية وبعد هذه المراحل يقوم أمين المخزن بعملية هامة جدا وهي التسجيل في كروت صنف المواد والأصول وعمل الملفات الخاصة بذلك.

- **عملية المناولة وإجراءات العمل بها:**

تجري عمليات المناولة للمواد بالمخازن من بداية توريد هذه المواد ثم تخزينها حتى تمام صرفها للتشغيل والغرض منها استلام المواد من المورد بطريقة صحيحة لا تعرضها للكسر أو التلف حتى يتم صرفها بالطريقة المناسبة التي لا تعرضها أيضاً للكسر أو التلف.

١- المناولة اليدوية:

وهي تخص المواد الخفيفة الوزن وذات الكميات المحدودة والتي يمكن حملها بواسطة العمالة اليدوية ثم ترتيبها وتشوينها بالمخزن للصرف في الوقت المناسب.

٢- المناولة الآلية:

وهذه تخص المواد التي تورد غالباً بطلبات شراء بكميات كبيرة أو باعتمادات مستندية وتكون هذه المواد ذات مواصفات خاصة حيث ترد من الجمارك في حاوية خاصة تحفظ المواد من أخطار الكسر والتلف وتحمل على تريلا كبيرة يتم رفعها وإنزالها بواسطة رافعة شوكية.

ويتم ترتيب وتشوين هذه المواد داخل المخزن بالصورة الصحيحة حتى يتم حصرها وحساب كمياتها تمهيدا لاستلامها مخزنيا ويراعى الدقة التامة وأخذ الحيطة عند استخدام مثل هذه المعدات في تشوين هذه المواد حتى لا تتعرض للكسر أو الخدش كما يراعى إجراءات السلامة للعمال والقائمين على هذه العملية.

- **عملية التعبئة والتغليف وإجراءات العمل بها:**

تتم عمليات التعبئة والتغليف لبعض المواد الخاصة التي يلزم لها هذا الإجراء وتكون المخازن مجهزة لهذه العمليات وبالنسبة لعملية التغليف فهذه العملية هامة جدا والتي يتم تغليفها بالنايلون وحفظها في كرتون خاص لحمايتها من الأتربة والرطوبة مثل حفظ أجهزة وقطع غيار الكمبيوتر أو قطع الغيار في حالة الاحتفاظ بها حتى موعد صرفها.

- **كيفية التفتيش على المخازن**

من الفروض أساساً أن يكون أمين المخزن على علم تام بعملية تخزين المواد والإجراءات المتبعة لهذه العملية بالصورة الصحيحة وذلك حسب النوع والكمية وحتى لا تتعرض هذه المواد للتلف أو الكسر أو الخدش أو الفقد أو الاختلاط والتداخل مع بعضها ويتم ذلك بإتباع عدة إجراءات أساسية وهي:-

- تخزين المواد في مخازن مسقوفة مجهزة للحماية من الحرارة والرطوبة.
- تخزين المواد بوضعها على قواعد خشبية لحمايتها من رطوبة الأرض وتسرب مياه الأمطار.

- عدم تخزين المواد تحت أشعة الشمس المباشرة لعدم تعرضها للحرارة الشديدة.
- ترتيب كل صنف على حده لتسهيل عملية الاستلام والصرف.
- ترك فراغات وممرات داخل المخزن لتسهيل المناولة وحصر الأنواع.
- الاحتراس من الأمطار وتسرب المياه بتغطية المواد بمشمعات خاصة خلال موسم الأمطار.
- إتباع إجراءات السلامة وتجهيز المخزن بأجهزة إطفاء الحريق وعد السماح داخل المخزن بالتدخين أو استخدام ماكينات اللحام.
- والنسبة للتفتيش على المخازن يقوم قسم مراقبة المخازن بالمرور على المخازن لمتابعة هذه الإجراءات وذلك للتفتيش على الدورة المستندية أو إجراءات التخزين الصحيحة.
- يقوم بإرشاد أمناء المخازن لأفضل السبل والوسائل للاحتفاظ بصلاحية المواد المخزنة حتى يتم موعد صرفها للتشغيل أو تحويلها لمشاريع أخري.
- يتم أيضا متابعة الرصيد المخزني من خلال التقارير الشهرية ومطابقتها بالواقع الفعلي والرصيد داخل المخزن.
- يتم متابعة المواد المرتجعة من التشغيل والاستفادة منها بتحويلها إلى مشاريع أخرى أو تخزينها بالمخازن الرئيسية لحين موعد طلبها للتشغيل.
- يتم متابعة استلام الأصول وتسجيلها واستخدامها بالمشروع حتى انتهاء العمل ثم تحويلها إلى أماكن أخرى للاستفادة منها وإهلاك الذي لا جدوى من استخدامه ويتم كل ذلك بإجراءات شبه يومية ومتابعة من قسم مراقبة المخازن حتى يظهر المخزون في صورته الحقيقة.

← الإجراءات الصحيحة للتخلص من المخلفات الناتجة عن عملية الصيانة التوربينات

القيام بأعمال النظافة الوقائية بنظافة الورشة والعدة بمنظفات نظافة الأرضيات وخلوها تماماً من المخلفات والعوائق وعدم ترك اسطبات ملوثة بالأرضية وحفظها داخل براميل يتم التخلص منها يومياً.

حرق أكوام المخلفات:

- إن إحراق أكوام المخلفات هو أبسط أشكال الحرق حيث يتم تجميع أكوام المخلفات في أرض جرداء.
- يعتبر الحرق ضمن حاوية (برميل) أكثر سيطرة من الحرق في أكوام، حيث أن البرميل يساعد على ترميد المخلفات (تحويلها إلى رماد) بسبب بقاء المواد المشتعلة داخل البرميل، مما يمنع انتقال الجمرات بواسطة الرياح إلى المناطق المجاورة كما أن مجال الاحتراق مقتصر فقط ضمن الحاوية.
- يتسبب وجود البلاستيك ضمن النفايات إلى نشوء دخان كثيف ذو رائحة مزعجة تسبب حرقة في العيون وأمراض تنفسية كما أن عدم انتظام والسيطرة على الحرارة ضمن البرميل قد لا يؤدي إلى تفكك كامل المواد

البلاستيكية الداخلة في صناعة البلاستيك وبالتالي لا بد من فصل المواد البلاستيكية وإرسالها إلى مراكز أخرى.

الحرق باستخدام الحواجز الحديدية المتحركة:

الشكل النموذجي للمحارق هو أن يتم وضع المخلفات على سير حديدي متحرك مما يمكن من الحصول على الشكل الأمثل للاحتراق بتوزيع منتظم للحرارة والحصول على احتراق كامل للمخلفات.

وفقا لتوجيهات الاتحاد الأوروبي للنفايات فإن درجة حرارة الاحتراق يجب أن تصل إلى ٨٥٠ درجة مئوية من أجل ضمان تفكك جميع المواد السامة.

الغازات المتولدة يتم تبريدها في محمصات بحيث يتم نقل الحرارة إلى بخار الماء من أجل تحميصه ليتم رفع حرارة البخار إلى ٤٠٠ درجة مئوية عند ضغط ٤٠ بار ليوجه إلى توربينة بخارية ليتم توليد الكهرباء.

التطبيقات العملية للدوائر الهيدروليكية

أهداف التطبيق:

إكتساب المهارات والخبرات اللازمة في مجال تشغيل وصيانة توربينات الرياح وذلك لإصلاح العطل بالمكونات أو الأنظمة باستخدام العدد والمعدات والخامات اللازمة طبقا للمواصفات والتعليمات وبطريقة صحيحة وآمنة وفى الوقت المحدد.

التدريب: إجراء عملية الصيانة لمضخة هيدروليكية.

أ) ظروف الأداء:

الخامات	العدد والمعدات والأجهزة	التسهيلات الأخرى
- أدوات تنظيف (فوطة- منظف صناعي).	- عدد يدوية مختلفة (مفكات- مفاتيح وخلافه). - منضدة عمل. - أجهزة قياس مثل جهاز الآفوميتر.	- ملابس حماية ومهمات الأمان الصناعي. - كتيب إرشادات الطلمبة. - رسم تنفيذي للدائرة الهيدروليكية.

ب) الأداء:

مكونات المضخة:

- **الغلاف:**

غلاف المضخة عبارة عن غرفة محكمة يدور بداخلها العضو الدوار ولها مدخل لدخول المائع ومخرج لخروجه ويصنع من الزهر أو الاستانلس.

- **عمود الدوران:**

ويستخدم لإدارة المضخة حيث تثبت الدافعة (المروحة) على العمود بواسطة خابور وتربط بإحكام بصامولة ذات قلاووظ ويجب أن تربط في عكس اتجاه الدوران حتى لا تنفك بالدوران ويصنع العمود عادة من الصلب.

- **مانع التسريب:**

يستخدم لضمان سهولة دوران العضو الدوار داخل الغلاف بأقل خلوص لتقليل تسرب المائع وتركب إحدى هذه الحلقات مع الغلاف بينما تركب الأخرى مع عمود الدوران كما بالشكل رقم (٩٩).

الشكل رقم (٩٩) : شكل من أشكال موانع التسريب

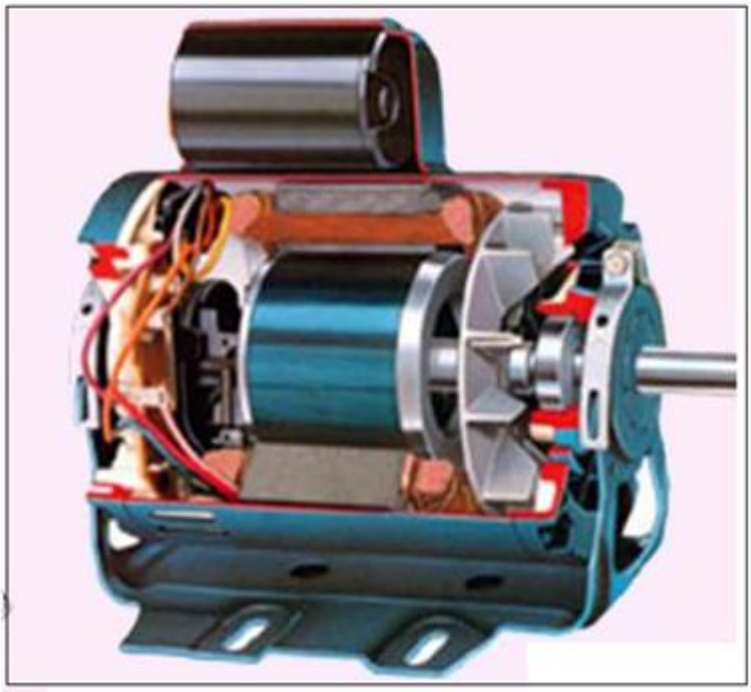
- **الدافعة أو المروحة:**

تصنع عادة من قطعة واحدة من البرونز أو الحديد الزهر أو الصلب وتقسم الى ثلاثة أنواع النوع المغلق أو المفتوح أو نصف مفتوح كما بالشكل رقم (١٠٠).

الشكل رقم (١٠٠) : أشكال من المراوح

- **المحرك الكهربي:**

محرك عادى ذو قفص سنجابى ومزود بمكثف في الدائرة كما بالشكل رقم (١٠١).



الشكل رقم (١٠١): قطاع فى المحرك الكهربى

- **كرسى التحميل:**

وهو من نوع الكريات (رولمان بللى) وهو لا يحتاج الا للتشحيم بصفة منتظمة فقط كما بالشكل رقم (١٠٢).

الشكل رقم (١٠٢) : كرسى التحميل (البللى)

- **مفتاح الضغط لتشغيل المضخة:**

يوضع على خط الطرد ويوجد منه نوعان إما رقمي أو تناظري ويقوم بمعادلة الضغط لتشغيل الطلمبة وقت الطلب وفقا لضغط الدائرة كما بالشكل رقم (١٠٣).

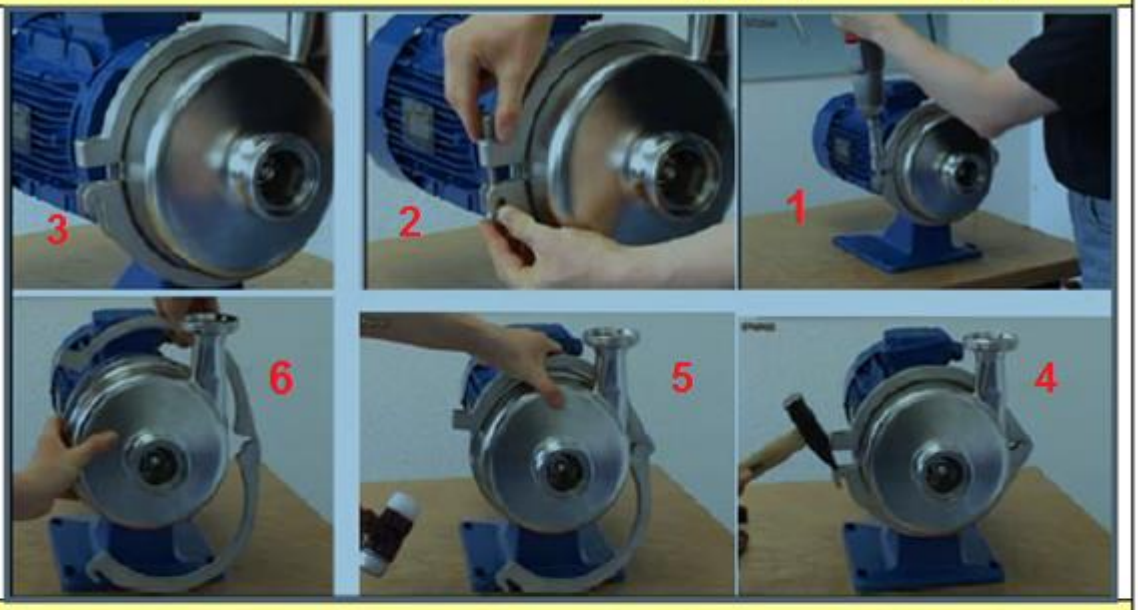
الشكل رقم (١٠٣) : مفتاح الضغط

← خطوات التدريب العملي:

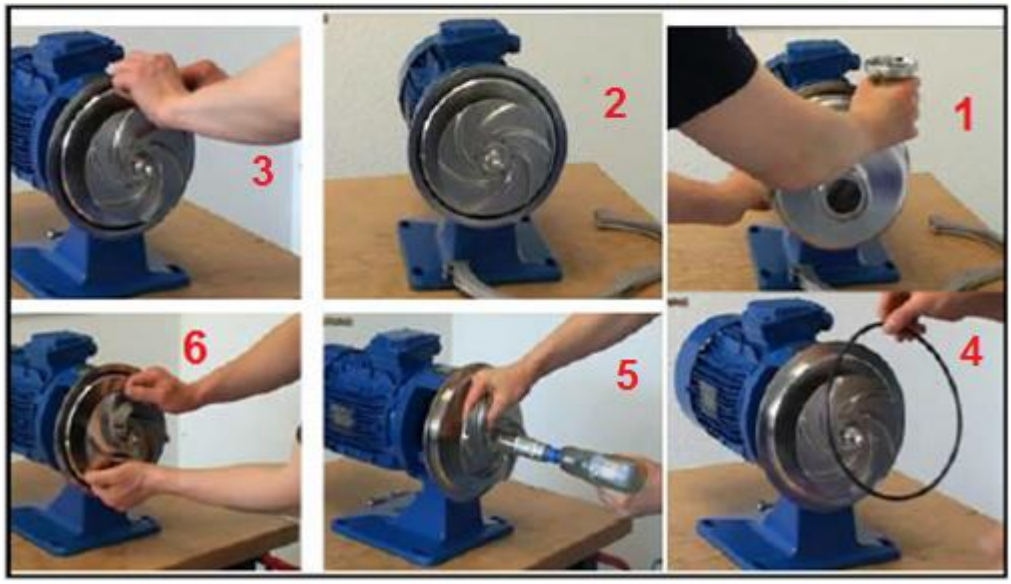
أولا : مرحلة الفك:

- نقوم بفك وجه المضخة للوصول الى المروحة (الدافعة) كما هو موضح بالشكل التالي بداية من الرقم (١) وحتى الرقم (٦) خطوة بخطوة مستعملا المفك في ذلك.

1 – فصل وجه المضخة للوصول إلى الدافعة

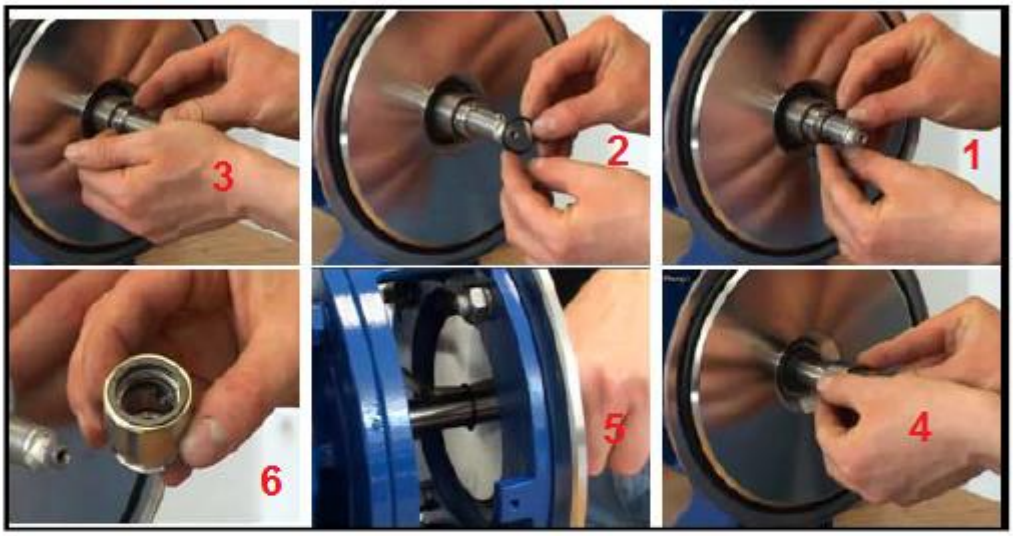


2 – رفع الجوان البلاستيك ثم الدافعة



تابع عملية الفك

3 – نزع مانع التسرب الميكانيكي



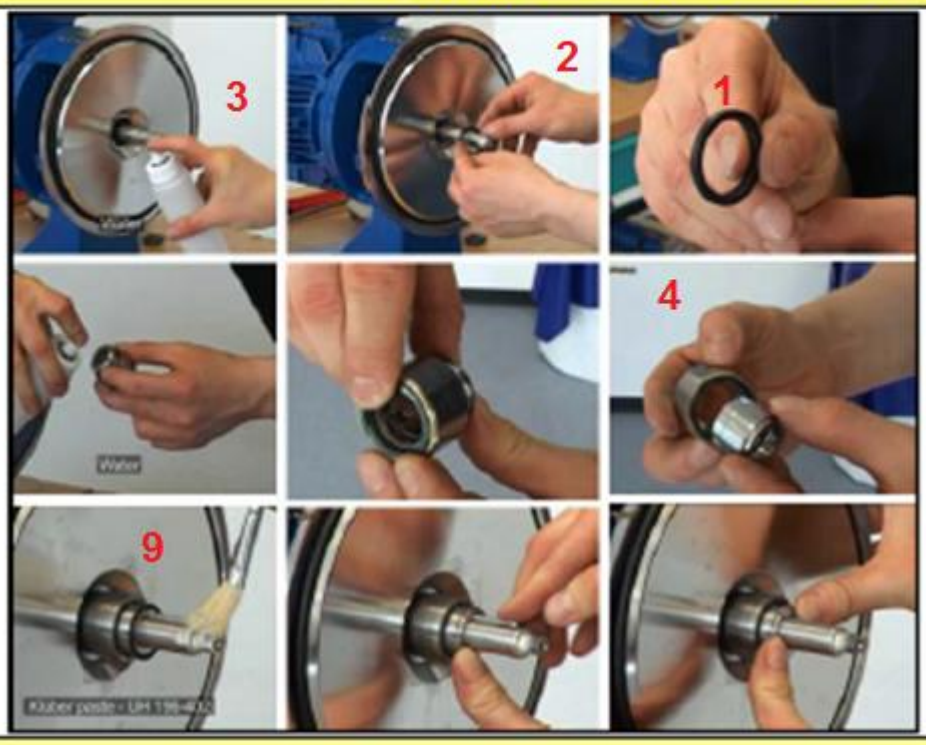
4- نزع الحشو (الجوانات) الموجودة

ثانيا : مرحلة التجميع

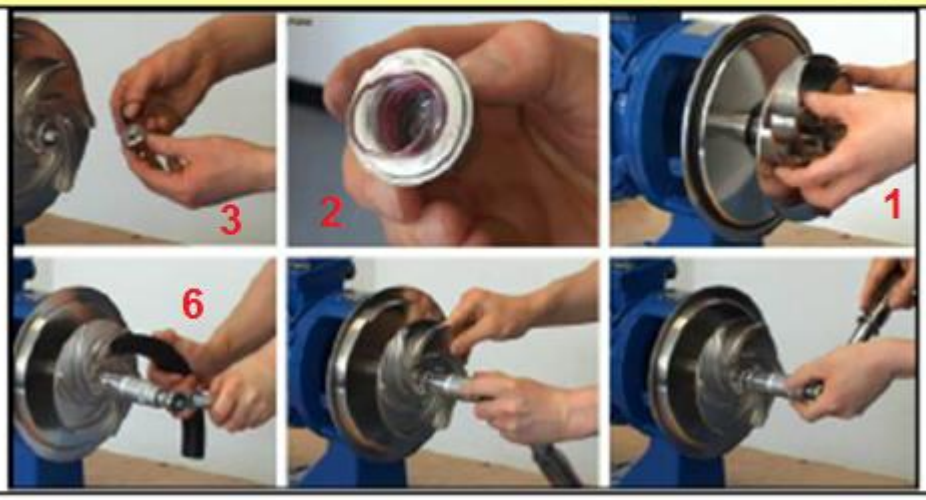
- نقوم بتنفيذ الخطوات من الخطوة رقم 1 وحتى الخطوة رقم ٩ وحتى تركيب المروحة.

ثانيا : عملية التجميع

3-غير مانع التسريب فى حالة الضرورة ثم ركبه



4 – ركب الدافعة (العضو الدوار)



- نقوم بتنفيذ الخطوات من الخطوة رقم 1 وحتى الخطوة رقم 15.

تابع عملية التجميع

جـ) معايير الأداء:

البند	المعايير
تجهيز العدد	تجهيز مصادر التغذية المختلفة - تجهيز العدة والأدوات المناسبة - تجهيز أدوات القياس والمراجعة- تجهيز وسائل تجهيز الطلمبة ومنضدة العمل.
تجهيز الخامات	تجهيز الخامات المطلوبة من مهمات نظافة كالفوط الصفراء.
	تجهيز المنظفات السائلة والطيارة.
التنفيذ	تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل.
	التعامل مع أدوات القياس.
	التعامل مع وحدة الطلمبة المطلوب صيانتها.
	القيام بعملية الفك.
	القيام بعملية التجميع.
	القيام بعملية التشحيم.
	القيام بعملية القياس.
	طريقة تنفيذ الاعمال.
معايير السلامة	ارتداء ملابس الوقاية الشخصية.
	تداول ومناولة الخامات والعدد بطريق آمنة.
	الاستخدام الأمثل والآمن للعدد والأجهزة.
	إتباع تعليمات الأمن والسلامة والصحة المهنية.
التنظيف والترتيب	نظافة مكان العمل.
	نظافة العدد وتخزينها.
	إعادة الخامات الزائدة وتخزينها بطريق صحيحة.
	إزالة المخلفات بطريقة صحيحة وآمنة.

كراسى التحميل- نظرية العمل وطرق الصيانة

المعارف النظرية اللازمة:

- **كراسي التحميل :** هي أجزاء مستنفذة ومستهلكة تتعرض للتحميل والاحتكاك الشديد أثناء الدوران وهى وسيلة من وسائل نقل الحركة.
- **الاحتكاك الدوراني:** ينشأ عندما يتدحرج جسم ما على أو داخل جسم آخر.
- **الاحتكاك الإنزلاقى:** الاحتكاك الإنزلاقي ينشأ عندما ينزلق جسم على جسم آخر وكراسي التحميل المقاومة للاحتكاك صممت اعتمادا على حقيقة أن الاحتكاك الدوراني أقل بكثير من الاحتكاك الإنزلاقي تحت نفس ظروف الحمل.

← إعادة التجميع والإحلال لكراسي التحميل (المحاور):

أصبحت المعدات الميكانيكية الدوارة المستخدمة في الصناعة أكثر سرعة وأكثر كفاءة هذه الأيام، فهي تتحمل طاقات أكبر من الآلات التي استخدمت في العشرين سنة الماضية، فقد صممت أجزاءها بغية التقليل من تبديل وتصليح قطعها بشكل دائم بسبب طبيعة الوظيفة التي تقوم بها كراسي التحميل والتي تستلزم وجودها في أدوات دوارة فإنها، مستنفذة، ولها عمر إنتاجي محدود، ولهذا فان فهم طريقة عملها وصيانتها وتركيب مختلف أنواعها أمر ضروري لضمانة أنها ستعمل لفترة أطول قد تصرف تقنيات الصيانة ساعات غير معدودة، بالإضافة إلى آلاف الدولارات لاستبدال كراسي التحميل التالفة التي تعطلت لأي سبب من الأسباب يمكن تجنب عديد من أسباب هذه الأعطال باستخدام المعلومات الموجودة في المادة التالية سيناقش هذا الفصل أنواعا متعددة من كراسي التحميل وقدراتها وبعض التطبيقات الأساسية للعديد من كراسي التحميل الشائعة الاستخدام كما بالشكل رقم (١) وفي هذا الجزء سيتم استعراض المواضيع التالية:

- وظيفة كراسي التحميل.
- أنواع كراسي التحميل.
- كراسي التحميل المضادة للاحتكاك.
- محامل الاحتكاك.

الشكل رقم (١) : كرسى التحميل

- **وظيفة كراسي التحميل:**

يوجد ثلاث وظائف أساسية لكراسي التحميل هي:

- دعم الحمل بما في ذلك وزن أجزاء الآلة.
- المساعدة على اتزان المحاور وضبط استقامتها الأفقية والرأسية.
- تقليل الاحتكاك الناتج بين أجزاء الآلة نتيجة حركتها مع بعضها وكرسي التحميل المصمم والمركب كما يجب والتزييّت بالشكل الصحيح سيؤدي الوظائف المذكورة سابقا بكفاءة.

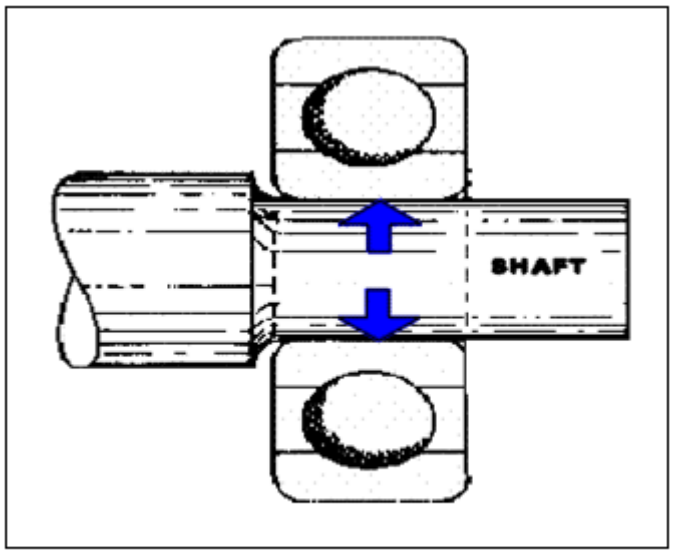
كراسي التحميل هي أجزاء مستنفذة ومستهلكة وتكلفة تغييرها أقل بكثير من تكلفة صناعة عمود دوران جديد وتتعرض كراسي التحميل للتحميل والاحتكاك الشديد، وهذان العاملان يؤثران بشكل مباشر في مدة عمل كرسي التحميل.

- **الحمل:**

يعرف الحمل على أنه "الطاقة التي يجب على كرسي التحميل دعمها " فعندما تعمل الأجهزة والآلات يعتبر الحمل في هذه الحالة حملا ديناميكيا، أما في فترة التراخي، أي عندما تتوقف الآلة، تنتج حالة الحمل الساكن، وهو ناتج عن تحمل وزن أجزاء الآلة ونوعي الحمل اللذان يجب على كرسي التحميل تحملهما هما الحمل القطري والحمل المحوري.

- **الحمل القطري :**

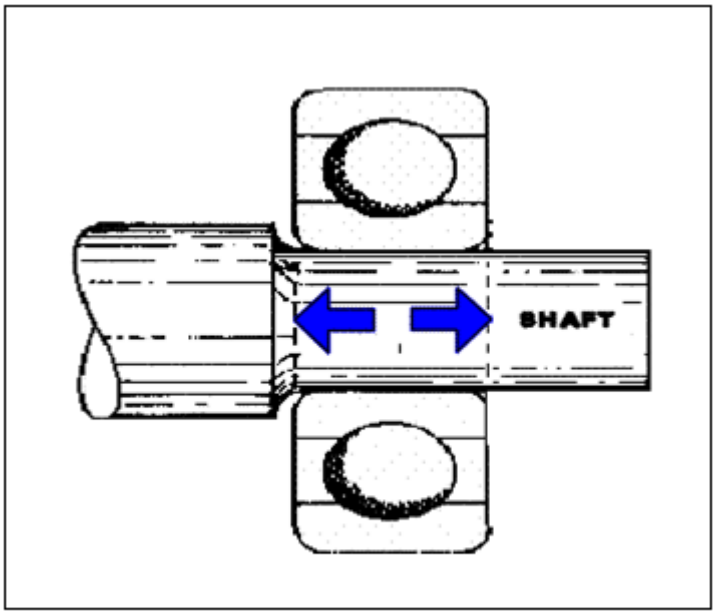
هو القوى الناتجة في اتجاه قطري على عمود الدوران وهذه القوى تجعل عمود الدوران يتحرك من جانب إلى جانب أو إلى الأعلى وإلى الأسفل وهذه الحركة تسمى حركة الانتحاء القطري والشكل رقم (٢) يبين العلاقة بين الحمل القطري وعمود الدوران .



الشكل رقم (٢) : الحمل القطرى

الأحمال الدفعية:

هي قوة موجهة محورياً على طول عمود الدوران وهذه القوة تجعل العمود يتحرك على طول محوره إلى الأمام وإلى الخلف وهذه الحركة تسمى اللعب الطرفي والشكل رقم (٣) يظهر علاقة الحمل الدفعي وعمود الدوران.



الشكل رقم (٣) : الحمل الدفعى

- **الاحتكاك:**

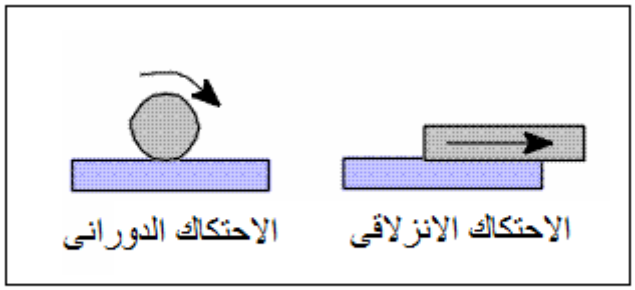
يعرف الاحتكاك على أنه مقاومة الحركة بين سطحين متلامسين ونوعا الاحتكاك الموجود بين سطحين متحركين هما الاحتكاك الدوراني والاحتكاك الإنزلاقي.

- **الاحتكاك الدوراني:**

ينشأ عندما يتدحرج جسم ما على أو داخل جسم آخر.

- **الاحتكاك الإنزلاقى:**

الاحتكاك الإنزلاقي ينشأ عندما ينزلق جسم على جسم آخر وكراسي التحميل المقاومة للاحتكاك صممت اعتمادا على حقيقة أن الاحتكاك الدوراني أقل بكثير من الاحتكاك الإنزلاقي تحت نفس ظروف الحمل والشكل رقم (٤) يوضح الاحتكاك الدوراني والاحتكاك الإنزلاقي.



الشكل رقم (٤) : نوع الاحتكاك

- **أنواع كراسي التحميل:**

توجد أنواع كثيرة من كراسي التحميل وكل منها له تصميم محدد وطريقة عمل خاصة وتصنف كراسي التحميل بشكل عام تحت تصنيفين أساسيين هما:

← **كراسي التحميل المضادة للاحتكاك أو كراسي التحميل الدوارة.**

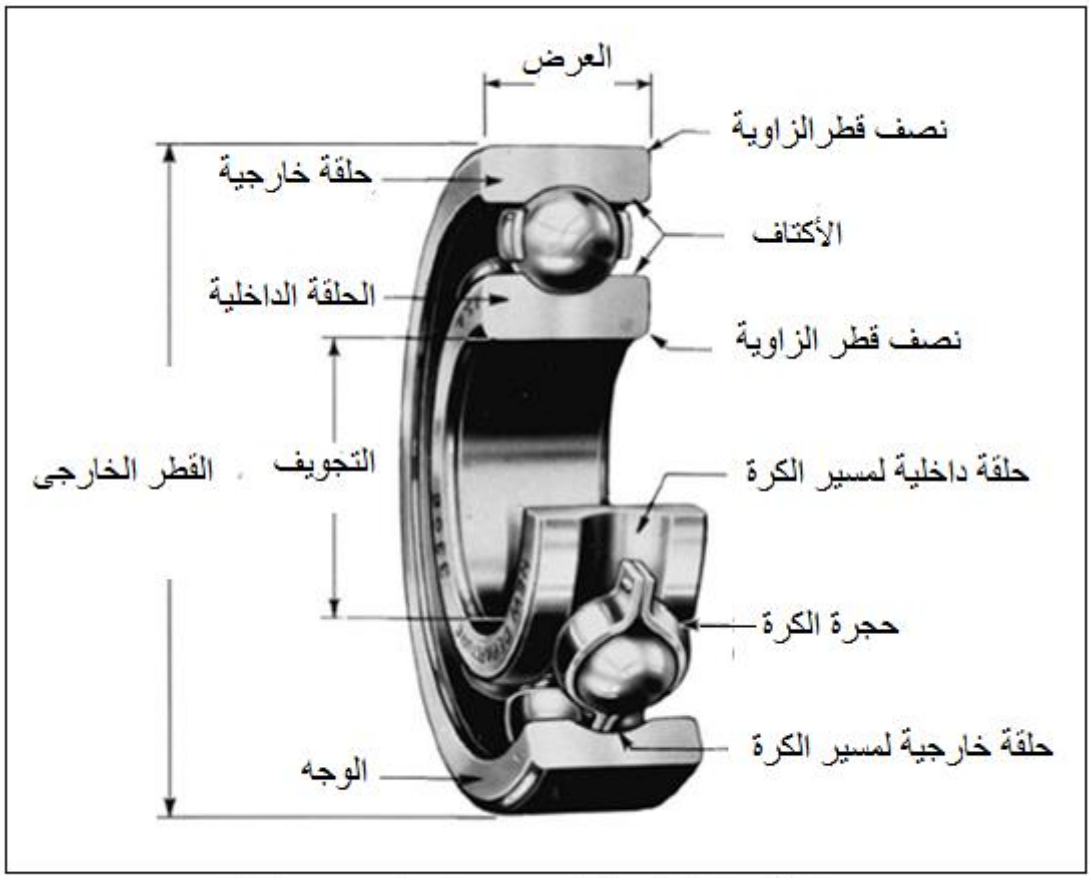
← **كراسي التحميل الاحتكاكية أو كراسي التحميل الانزلاقية.**

المصطلحات المستخدمة لوصف كراسي التحميل تختلف من مصنع إلى آخرفهناك نوعان رئيسيان هما كراسي التحميل ذات التلامس الدوار أو الأنواع المضادة للاحتكاك والنوع الآخر يطلق عليه كراسي التحميل ذات التلامس الانزلاقي أو كراسي التحميل البسيطة والتي ينتج عنها احتكاك نتيجة الانزلاق.

← **كراسي التحميل المضادة للاحتكاك أو الدوارة:**

تحتوي كراسي التحميل الدوارة أو المضادة للاحتكاك على أجسام دوارة (بلى) محصورة بحلقة داخلية وأخرى خارجية وهذا ما يقلل الاحتكاك بشكل كبير بسبب تكون حركة دورانية وتلك الحركة الدورانية ينتج عنها احتكاك ولكنه أقل بكثير من الاحتكاك الإنزلاقي وعند تزييت كراسي التحميل بشكل جيد فإنها تعمل بشكل فعال ولكراسي التحميل الدوارة أو المضادة للاحتكاك نوعين أساسيين هما :**النوع الكروي أو النوع الأسطواني**

وكلاهما يميزان وفقاً لاختلاف شكل الأجزاء الدوارة (البلى) ونوع التلامس الحاصل والشكل رقم (٥) يبين التصميم الأساسي لكراسي التحميل الكروية فهي تتكون من حلقة داخلية وأخرى خارجية مفصولتان عن بعضهما بالجزء الدوّار ووظيفة الفواصل هي الحفاظ على المسافة الصحيحة بين الكرات وبعضها.



الشكل رقم (٥) : مقطع عرضي في كرسي تحميل كروي

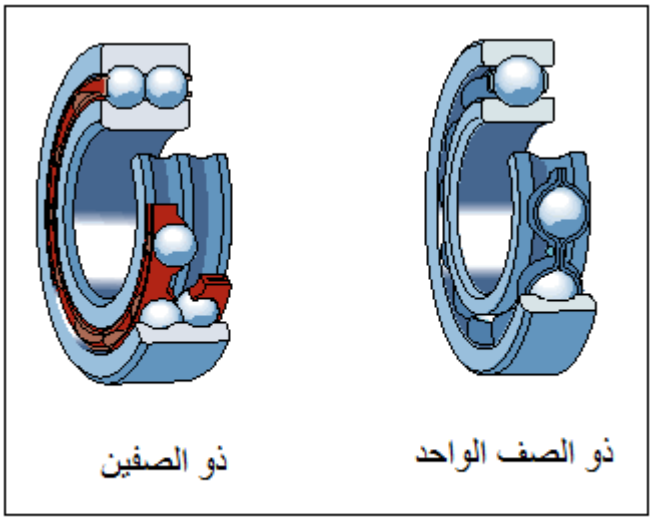
وكراسي التحميل الكروية المضادة للاحتكاك تأتي في أشكال مختلفة تعتمد على متطلبات الحمل والاستعمال الأكثر استخداماً لكراسي التحميل الكروية هو استخدامها في المضخات المستخدمة في توربينات الرياح والمحركات والأنواع المختلفة لكراسي التحميل الكروية هي:

- عميقة التجويف.
- القدرة القصوى.
- التلامس الزاوي.

- **كراسي التحميل عميقة التجويف:**

كراسي التحميل عميقة التجويف الكروية هي الأبسط من ناحية التصميم والبناء ولذلك فإنها الأوسع استعمالاً وبالرغم من أنها أساسا كراسي تحميل دائرية فإنها قادرة على تحمل الحمل الدفعي المعتدل من كلا الاتجاهين وتعمل على سرعات دوران عالية أما وفي الحالات التي تتطلب تحمل كراسي التحميل أحمال دفعية وقطرية كبيرة من كلا الاتجاهين أو في الأماكن التي تحتاج إلى محاور عالية الصلابة ففي هذه الحالة يستخدم كرسي

التحميل الكروي من نوع التجويف العميق الذي يحتوي على صفين من الكرات والشكل (٦) يبين مقطع عرضي للنوعين ذو الصف الواحد وذو الصفين.



الشكل رقم (٦) : كراسى التحميل عميقة التجويف

وحلقات كرسي التحميل لها تجاويف كروية متناسقة محفورة بدقة لتطابق درجة انحناء الكرة، ولتتناسق مع أقل احتكاك وأقصى قدرة وتقنيات الصناعة العملية تختار الكرات بطريقة تضمن أفضل توزيع للحمل الداخلي وتفصل كل الكرات عن بعضها البعض عن طريق قفص برونزي آلي الصنع مكون من قطعتين وفي حالات العمل عند سرعات دوران عالية وعند وجود ظروف تشغيل مختلفة أخرى، فإن القفص قد يصنع من مواد أخرى مناسبة لتلك الظروف.

- **كراسي التحميل الكروية ذات القدرة القصوى:**

كراسي التحميل ذات القدرة القصوى الكروية تختلف عن كراسي التحميل ذات التجويف العميق، فهي تستطيع تحمل قدرة دورانية أكبر من ذات التجاويف العميقة ذات الصف الواحد، ولكنها تتحمل الدفع من اتجاه واحد فقط وإذا طبّق الدفع بالاتجاه الخاطىء فإن العناصر الدوّارة قد تتحرك من مكانها وهذا النوع من كراسي التحميل له حلقة داخلية بأخدود عميق، ولكن الحلقة الخارجية مثقبة باستخدام آلة التثقيب حيث يسمح التثقيب بأقصى ترتيب للكرات في قطعة واحدة.

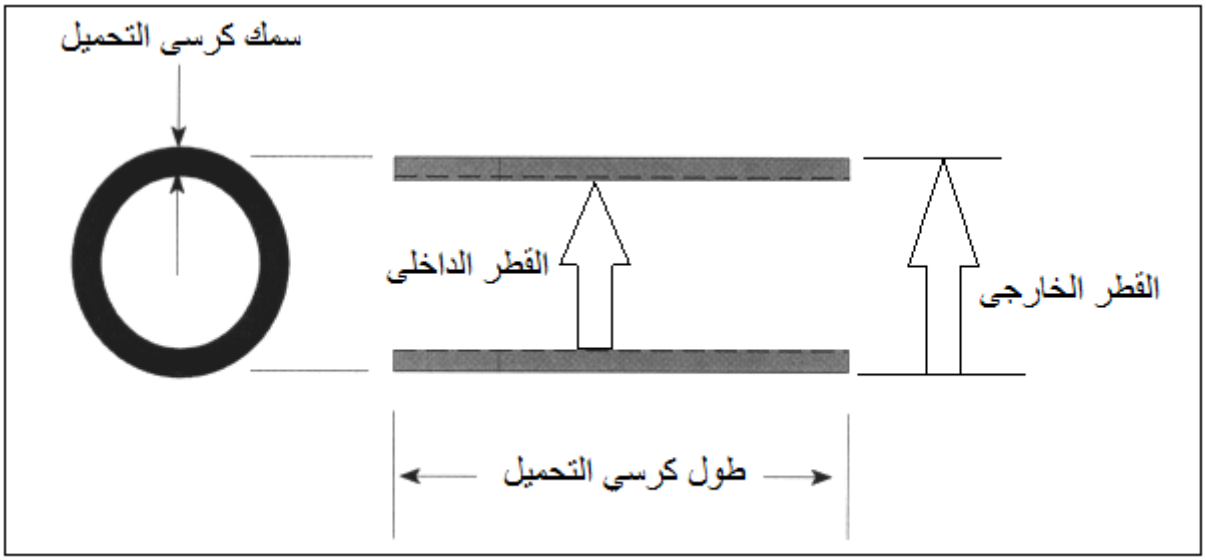
- **كرسي التحميل الكروي ذو التلامس الزاوي:**

كرسي التحميل الكروي ذو التلامس الزاوي يستعمل لدعم أحمال الدفع الثقيلة أحادية الاتجاه مع الأحمال القطرية المعتدلة والجانب المرتفع في إحدى جهات الحلقة الخارجية وجانب مرتفع آخر مشابه له في الجهة المعاكسة للحلقة الداخلية تسمح لكرسي التحميل بتحمل حمل الدفع وكرسي التحميل ذو التلامس الزاوي قد يركب وحيدا لتحمل الأحمال في اتجاه واحد وأيضا يمكن أن يركب بشكل زوجي لتحمل أحمال مركبة.

← كراسي التحميل الإحتكاكية (كراسي مقعدة العمود):

كراسي التحميل الاحتكاكية أو البسيطة أو كراسي مقعدة العمود تعد من أول أنواع كراسي التحميل التي استخدمت لدعم أعمدة الآلة فاستخدامها يعود إلى الزمن الذي كانت فيه الأخشاب الصلدة هي المواد الوحيدة التي يمكن أن تصنع منها كراسي التحميل.

كراسي التحميل البسيطة ما زالت تستخدم على نطاق واسع والمواد المكونة لها تتنوع بين البلاستيك وأنواع من المعادن والسبائك المتعددة وكلمة كرسي التحميل البسيط تدل على أن كرسي التحميل لا يحتوي على عناصر دوارة مثل الكرات حيث تسمى كراسي التحميل التي تستخدم الكرات بكراسي التحميل المضادة للاحتكاك والشكل رقم (٧) كرسي تحميل بسيط.



الشكل رقم (٧) : مقطع فى كرسي التحميل البسيط

وخلال العمل فإن كرسي التحميل البسيط يدعم العمود الدوار على طول السطح الداخلي أو جوف كرسي التحميل، وعندما يدور العمود ينتج عن ذلك احتكاك بين القطر الخارجي للعمود وجوف العمود وهذه هي المنطقة الحرجة في كرسي التحميل البسيط ويجب تزويد هذه المنطقة بأنواع وكميات مناسبة من الزيت، أما المواد المستخدمة في جوف كرسي التحميل فيجب أن تكون قادرة على تحمل الأحمال المطلوبة وطبقة الزيت المستخدمة تستخدم لمنع تلامس المعدن بالمعدن ويجب أن تكون طبقة الزيت سميكة بدرجة كافية للمحافظة على منع الاحتكاك بين المعدنين فمن المفترض أن جزيئات طبقة الزيت تتلاصق جزئيا مع كلا السطحين المعدنيين ولذا فإنها تمتص جزئياً من قبل سطحي المعدنين وتلتصق جزيئات الزيت المتوازنة بالسطحين وتكون غشاء من الزيت.

وإذا كان هناك نقص في كمية زيت التشحيم أو الغشاء الزيتي وهذا ما قد يحدث في الآلات عند التشغيل والإيقاف أو عند حدوث حمل زائد مفاجئ على كرسي التحميل وهذا ما قد يسبب إمّا تلامس متقطع للمعدنين معاً أو تآكل لغشاء الزيت متبوعا بنقاط شديدة الحرارة على المعدن وحدوث التصاق أو التحام بين المعدنين.

وهناك بعض العوامل التي تؤثر في طبيعة حدوث التلامس بين السطحين منها:

- خشونة سطحي المعدنين.
- كمية وطبيعة طبقة الزيت.
- وجود مواد غريبة بطبقة الزيت.

← صيانة كراسي التحميل:

إن المنافسة في مجال التصنيع وصلت إلى مستوى لم يسبق له مثيل فى الآونة الأخيرة مما أجبر العديد من المؤسسات على البحث عن طرق مختلفة لتقليل تكلفة الإنتاج عن طريق تقليل أعطال الآلات والتقليل من تكلفة إصلاح قطع الغيار.

إن التطبيق العملي لتركيب وصيانة كراسي التحميل بطريقة جيدة يحتاج إلى وقت طويل وذلك للتقليل من تكاليف الصيانة وعندما يدرك الفرد حقيقة أن الملايين تنفق سنويا على تغيير كراسي التحميل، فإن إصلاح الآلات بشكل دوري يعتبر ضروري جداً ولكن استخدام تقنيات بسيطة سيقلل من تلك الإصلاحات.

وفى هذا الجزء سيتم التعرض للموضوعات الرئيسية التالية:

- تزييت كراسي التحميل .
- فحص كراسي التحميل .
- تركيب كراسي التحميل .
- إزالة كراسي التحميل .
- صيانة مقعدة كراسي التحميل .
- العناية بكراسي التحميل .

▪ تزييت كراسي التحميل:

يعتبر التزييت عاملا رئيسيا لإطالة عمر كراسي التحميل وتحسين أداؤها بالشكل المناسب واستخدام الزيت بكمية قليلة أو كثيرة منه أثناء التشحيم أو استخدام أنواع رديئة منه يؤدى إلى العديد من الأعطال الجسيمة والتي قد تصل إلى عطل كارثي في الآلة والتعميم فيما يتعلق بمشكلة التزييت لكراسي التحميل يشكل صعوبة بالغة لوجود اختلافات كثيرة في التطبيق من آلة لأخرى.

ومن خلال كتيبات الصيانة المرفقة مع الآلة والمعلومات الهندسية التي يتم تزويد موقع طاقة الرياح بها يتم جمع معلومات كثيرة حول كيفية استخدام الزيت والشحم كما يزودنا المصنعون لكراسي التحميل بجداول تفصيلية لمواصفات الزيت المطلوبة مثل الصلابة واللزوجة لضمان التشحيم بما يتناسب مع الاحتياجات

التطبيقية المخصصة لذلك كما يمكن التوصية بالنوع المناسب من مواد التشحيم من قبل المصنعين والذي يتوافق مع التطبيقات المعينة بالموقع.

← كراسي التحميل المضادة للاحتكاك:

يجب تشحيم كراسي التحميل المضادة للاحتكاك لمنع التلامس بين العناصر الدوارة والحلقات الحافظة للبلى ويقوم التشحيم أيضاً بحماية كراسي التحميل من التآكل والتلف ويساعد على تبديد الحرارة، ويقلل من صوت كراسي التحميل المزعجة كما نحصل على أفضل درجة حرارة للتشغيل في كراسي التحميل الدوارة عندما نستخدم كمية الشحم والزيت الكافية فقط ويتم التشحيم باستخدام المشحمة والتزييت باستخدام المزيتة كما بالشكل رقم (٨) والمشحمة والمزيتة لهما فوائد منها:

الشكل رقم (٨) : المزيتة والمشحمة

- سهولة إضافة كمية الشحم أو الزيت بالكميات المطلوبة .
- توفران حماية للزيت والشحم من الرطوبة والملوثات .

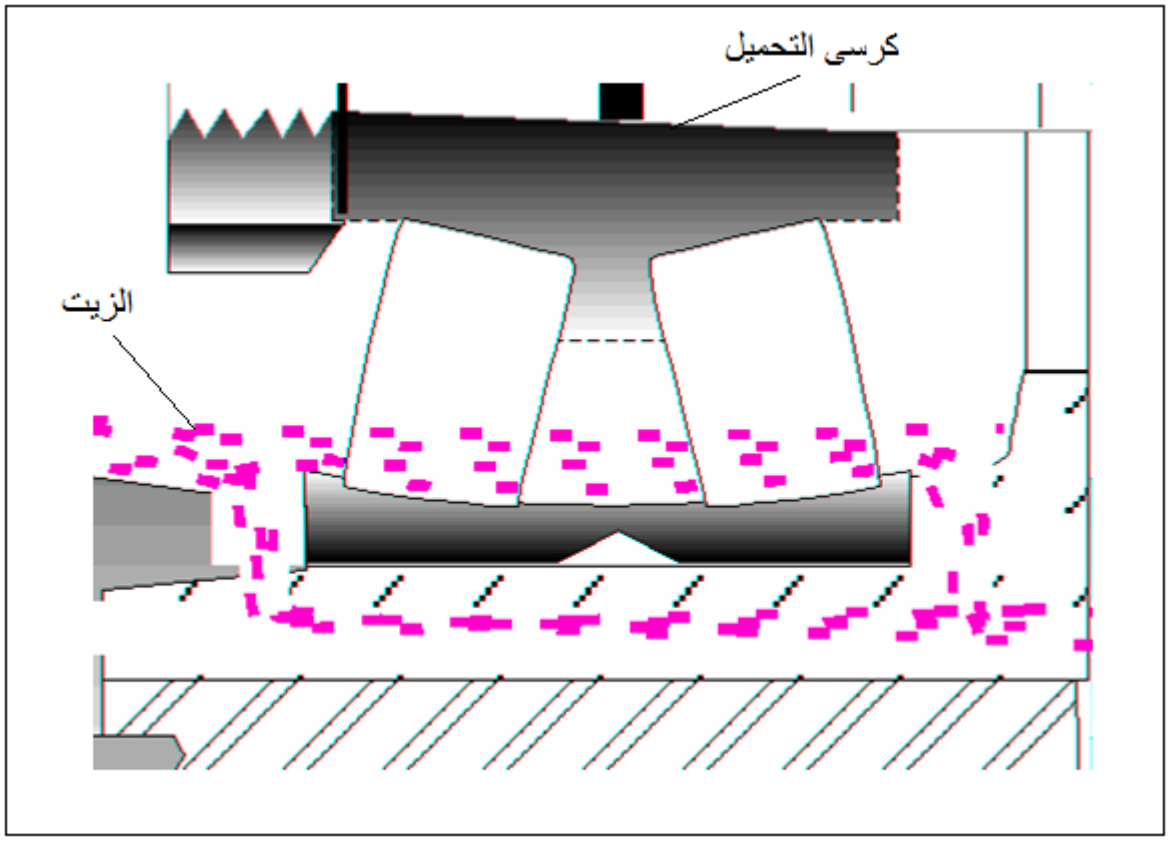
الأماكن الفارغة بين كراسي التحميل وحجرتها يجب أن تكون معبأة جزئياً بالشحم وفى حالة تعبئتها بكمية زائدة من الشحم يمكن أن يسبب ذلك ارتفاع سريع في درجة الحرارة وخاصة عند التشغيل على سرعات دوران عالية أما كراسي التحميل التي تعمل على سرعات دوران منخفضة فإن ذلك يستوجب أن تكون حافظة الشحم مليئة بالشحم وذلك لحمايتها من التآكل، بالإضافة إلى ذلك فإن التشحيم الزائد لكراسي التحميل يمكن أن يعوقها عن القيام بعملها بالشكل الصحيح.

والفترة التي سيستمر خلالها عمل كراسي التحميل التي تم تشحيمها بشكل مرضٍ دون الحاجة إلى إعادة تشحيمها تعتمد على حجم كرسي التحميل ونوعيته وسرعته والحرارة التشغيلية له ونوعية الشحم المستخدم .

ومن الأفضل أن يتم دفع الشحم داخل أخدود كرسي التحميل لضمان وصول الشحم الى البلى وبعد عدة عمليات من إعادة التشحيم يجب فتح حجرة كرسي التحميل وإزالة الشحم القديم قبل إضافة الشحم الجديد.

- **التشحيم باستخدام الزيت:**

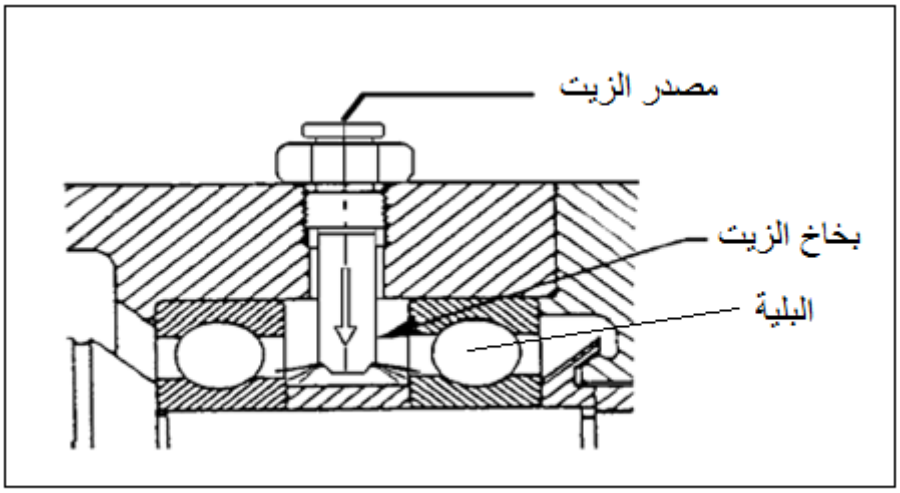
يستخدم التشحيم بالزيت عند دوران كرسي التحمبل على سرعات دوران عالية ودرجات حرارة عالية والتي لا تسمح باستخدام الشحم لأن الزيت يقوم بامتصاص الحرارة الناتجة عن الاحتكاك بشكل فعال بين كرسي التحميل والأجزاء المحيطة به ونظام التزييت العائم (كرسى التحميل يكون مغمور في الزيت) يناسب الأعمدة التي تعمل عند سرعة دوران منخفضة وحركة كراسي التحميل الدوارة ترفع الزيت إلى أعلى أثناء الدوران وبعد أن يدور خلال كرسي التحميل يتجه ثانية إلى داخل خزان الزيت وعندما تكون كراسي التحميل متوقفة عن الدوران كما هو مبين في الشكل(٩) يكون مستوى الزيت أقل بقليل من مركز تقعر العناصر الدوارة في كراسي التحميل.



الشكل رقم (٩) : نظام التشحيم العائم

ودرجات حرارة التشغيل المرتفعة تؤدي إلى حرق الزيت وبالتالي يفقد خواصه، ولنتجنب تغيير الزيت بشكل مستمر، يمكننا تشحيم كراسي التحميل باستخدام نظام تدوير الزيت داخل كراسي التحميل فنستخدم مضخة تعمل على رفع ضغط الزيت داخل حجرة كراسي التحميل وبعد مرور الزيت خلال كراسي التحميل فإن الزيت يصفى ويبرد قبل

عودته لكراسي التحميل مرة أخرى أما في حالة الأعمدة ذات السرعة العالية فيجب أن يمر الزيت داخل كراسي التحميل للتخلص من الحرارة الزائدة وان الطريقة الفعالة للقيام بذلك هي باستخدام بخ الزيت داخل كراسي التحميل ويجب أن يتم بخ الزيت بسرعة للتأكد من دخول زيت كافي داخل كرسي التحميل والشكل رقم (١٠) يظهر وحدة بخ الزيت.



الشكل رقم (١٠) : طريقة بخ الزيت

كثيرا ما يعتمد تغيير الزيت على الظروف التشغيلية للآلة ونوعية الزيت المستخدم وبالنسبة لنظام الزيت العائم فإن تغيير الزيت يجب أن يتم بصورة دورية إذا زادت درجة الحرارة التشغيلية للآلة عن ١٢٠ درجة مئوية أو إذا كانت الآلة تعمل في بيئة درجة تلوث الزيت فيها كبيرة وبعد دوران الزيت في الآلة، فإن الوقت اللازم لتغيير الزيت يمكن تحديده بالكشف عن نوعية وطبيعة الزيت بعد استخدامه وتحليل عينة من الزيت يكشف عن:

- وجود شوائب معدنية .
- حدوث تأكسد للزيت.
- وجود صعوبة في حركة دوران الزيت داخل كرسي التحميل.

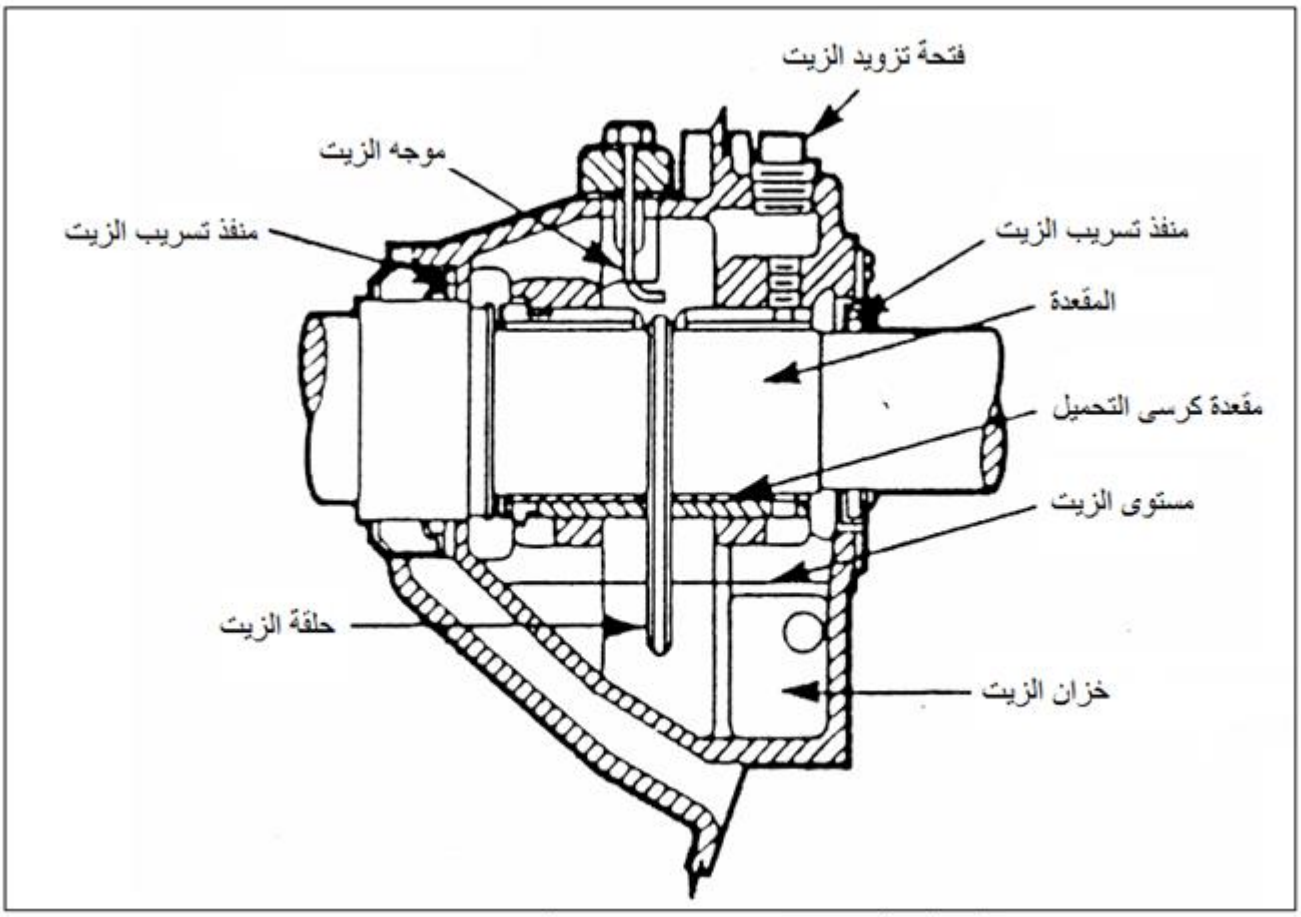
- **احتكاك كراسي التحميل:**

من المهم مراقبة أداء التشحيم بالزيت وهذا ما يؤثر في خدمة كراسي التحميل وزمن إنتاجها وهناك طرق عديدة استخدمت في المعدات الصناعية لتزويد مؤخرة كراسي التحميل بزيت التشحيم الكافي وأكثر الطرق شيوعا في التشحيم هي:

- **التشحيم باستخدام حلقة الزيت**

تزوَّد كراسي التحميل بالزيت عن طريق حلقة متصلة بالعامود الدوار وتضمن الحلقة بصورة معقولة تزويد كراسي التحميل بالزيت الكافي وإذا كانت سرعة دوران العامود بطيئة نوعا فإن الزيت الذي سيصل إلى كراسي التحميل عن

طريق الحلقة سيكون قليل نسبيا أما إذا كانت سرعة الدوران عالية جداً فإن سرعة الحلقة ستواجه صعوبة لتتماشى مع العامود والحلقة السريعة يمكن أن تفقد زيتها بفعل قوة الطرد المركزية ولأفضل النتائج يفضل أن تكون السرعة الخارجية ما بين ٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ قدم في الدقيقة والشكل رقم (١١) يظهر حلقة الزيت في كراسي التحميل.



الشكل رقم (١١) : التشحيم باستخدام حلقة الزيت

- **التشحيم عن طريق الزيت العائم (حمام الزيت):**

نظام التشحيم عن طريق حمام الزيت هو أحد الطرق الذي يمكن أن يكون فيها التشحيم جزئي أو مليء بالزيت وتعتبر هذه الطريقة عملية إذا أمكن جعل إطار كراسي التحميل محكم الغلق وغير مسرب للزيت وكانت سرعة العامود ليست كبيرة جداً لدرجة تسبب طرطشة للزيت.

- **التشحيم بالضغط:**

في هذه الحالة فإن الزيت سيصل إلى مقعدة كرسي التحميل عن طريق مضخة موصولة بأنبوب مركزي للزيت ذو ثقب واحد أو أكثر أو يكون بطريقة محورية ويتم ضغط الزيت المطلوب حتى يصل إلى مقعدة كرسي التحميل.

← فحص كراسي التحميل:

فحص كراسي التحميل هو أحد الخطوات المهمة في بنود صيانة كراسى التحميل وهذا الفحص سوف يساعد على تجنب أي أعطال في عمل كراسي التحميل وأهم البنود المتعلقة بهذا الموضوع هو ضمان استقامة الأعمدة الدوارة والفراغات والأبعاد.

- **الموازنة:**

جميع أجزاء العامود يجب أن تعمل مع بعضها البعض في توازن صحيح (الأعمدة تكون على استقامة واحدة) لتجنب تلف أي منها والعامود المتحرك غير المتزن سوف يسبب تلف لكراسي التحميل وحدوث انحراف في استقامة الأعمدة الدوارة مع أجزاء أخرى تدور في نفس المكان إلى جانب ذلك ستظهر ضربات خفيفة داخل حجرة كراسي التحميل وأخدودها.

- **الفراغات:**

الفراغ المصمم داخل كراسي التحميل من قبل المصنّعْ هو عنصر مهم جداً في حياة كراسي التحميل الإنتاجية، فوجود الفراغ الصحيح في كل من مقعدة كرسي التحميل والكرات المتدحرجة سوف يساعد بكل تأكيد على استمرار العمل بشكل سليم.

← طرق تركيب كراسي التحميل:

كراسي التحميل المركبة على العمود يمكن تركيبها ساخنة أو باردة ويعتمد ذلك على نوع كرسي التحميل المطلوب تركيبه وفي هذا الجزء سوف يتم تغطية التركيب الساخن والبارد لكراسي التحميل جنبا إلى جنب مع تركيب الرومان بلي المخروطي الثقب.

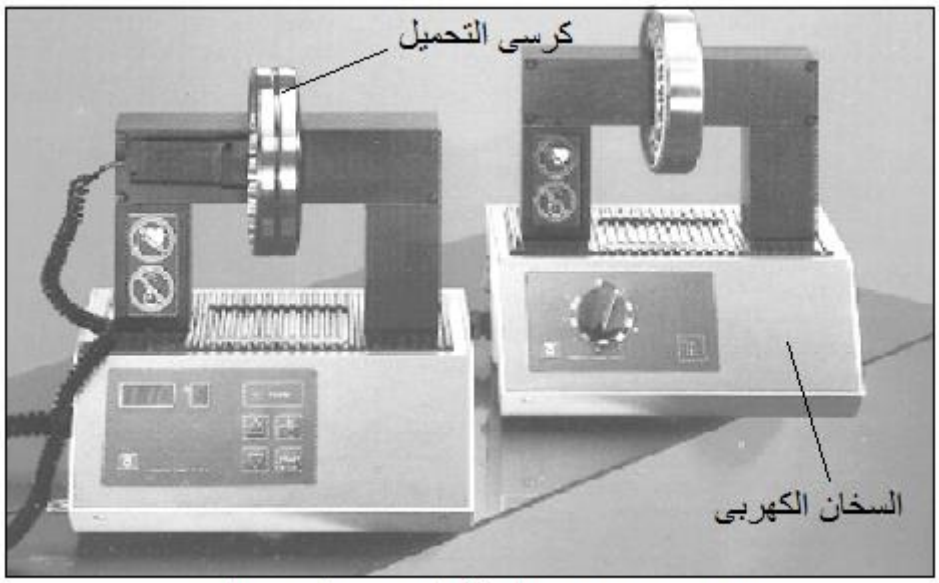
- **تسخين كراسي التحميل:**

تستخدم هذه الطريقة لتركيب كرسي التحميل على العمود عن طريق التسخين وتستخدم هذه الطريقة بشكل عام فى كراسى التحميل ذات الأحجام المتوسطة والكبيرة وتسخين كراسي التحميل يجب أن يتم فقط بواسطة إحدى الطريقتين التاليتين أما الأحجام الصغيرة يتم تركيبها عن طريق الضغط عليها.

- **أفران كهربية.**
- **سخانات حمام الزيت الحار لكراسي التحميل.**

عند تسخين كراسي التحميل، يجب أن تخضع لمراقبة دقيقة لدرجة الحرارة لضمان عدم تلفها فإذا زادت درجة الحرارة عن ٢٥٠ درجة فهرنهايت فيكون هناك خطورة على كرسي التحمبل لحدوث تغيير في سطحه الخارجي مما يؤدى إلى انخفاض في صلابته لذا يجب عدم وضع الشعلة بشكل مباشر عليه وتسخين كراسي التحميل بواسطة مصباح سوف يتسبب في تلف كرسى التحميل فى وقت قصير وسخانات كراسي التحميل التي

يجب أن يتم تركيبها على العمود يمكن تسخينها بشكل آمن وسليم وأسرع وبدون حدوث تلوث باستخدام سخان كهربائي كما بالشكل رقم (١٢) وبالنسبة للسخان من النوع المخروطي فيمكن أن يستخدم فى نوعية مختلفة من كراسي التحميل حسب قطرها ومن مساوئ السخان من النوع المخروطي أنه يستخدم ملف (كويل) كهربائي للتسخين ولهذا فإنه يمكن أن يأخذ وقتا طويلا قد يصل إلى عشرين دقيقة لأداء التسخين المناسب.



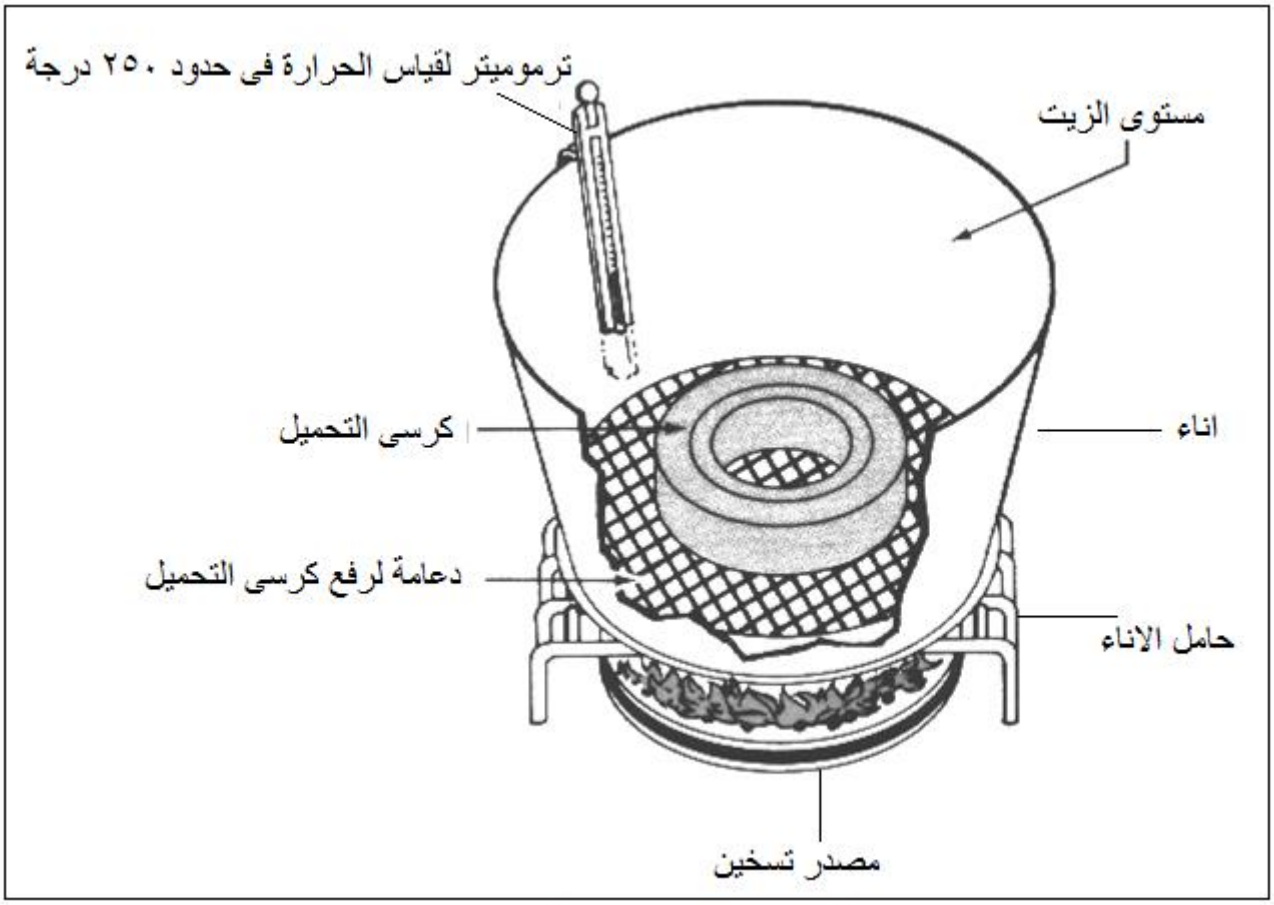
الشكل رقم (١٢): طريقة التسخين بالسخان الكهربى

- **الأفران الكهربائية:**

يمكن استخدام فرن به ملف كهربائي أو لمبة لتسخين كراسي التحميل وهو أسلوب بسيط وفعال ولكن يجب أن يكون السخان الكهربي نظيفا قدر المستطاع ويفضل تعليق كرسي التحميل أثناء التسخين حتى لا يلامس جسم السخان مباشرة كما يجب استخدام ترمومتر لقياس درجة حرارة الفرن كما يمكن أيضا استخدام مفتاح كهربي لإطفاء الفرن عند أقصى درجة حرارة يتم تحديدها مسبقا.

- **سخانات حمام الزيت الحار لكراسي التحميل:**

طريقة تسخين كراسي التحميل بالزيت طريقة بسيطة ومعتمدة وفيها يتم استخدام خزان زيت نظيف له غطاء ويجب ألا تتلامس كراسي التحميل بشكل مباشر مع جوانب أو قاع إناء التسخين بل يجب أن توضع على دعامات لرفعها وتعليقها في حمام الزيت والشكل رقم (١٣) يبين كرسي تحميل يتم تسخينه في حمام زيت حتى درجة حرارة حوالى ٢٥٠ درجة فهرنهايت وبعد التسخين فإنه يجب مسح كرسي التحميل بعناية بواسطة قطعة قماش ليست من الكتان.



الشكل رقم (١٣) : حمام الزيت

- **تركيب كرسي التحميل تم تسخينه:**

عند وضع كرسي التحميل على بداية العمود فإنه يجب تحريكه بسرعة إلى مكانه لتجنب حدوث الالتصاق بين كرسي التحميل والعمود كما يجب تجهيز العمود وتنظيفه للمساعدة في انزلاق الكرسي بسهولة عند التركيب ولكن إذا بدأ كرسي التحميل أثناء التركيب في الانحناء وعدم قبوله الانزلاق بسهولة على العمود فإنه يجب فكه بسرعة وإعادة تسخينه مرة أخرى ومحاولة ازلاقه بسرعة على العمود مرة ثانية وقد يستخدم المكبس فى ذلك فى حالة صعوبة ازلاقه على العمود حتى بعد التسخين أما إذا كان هناك خلوص (سماح) كبير بين العامود وكرسي التحميل فإنه يتم غمر الكرسي فى الثلج الجاف والكحول أو النيتروجين السائل لتقليص المسافة بينهما كما أنه من الممكن تبريد العمود وتسخين كرسي التحميل من أجل توفير أقصى درجة من الخلوص أثناء عملية التركيب.

- **التركيب على البارد:**

التركيب على البارد أسلوب آخر يستخدم في تركيب كراسي التحميل الكروية أوالاسطوانية فكراسي التحميل الكروية تختلف بشكل كبير من ناحية الحجم والتصميم ولا يوجد هناك إجراءات موحدة للتركيب بالنسبة لكراسي التحميل فإنه يجب استخدام قوة الضغط بشكل مباشر على الإطار الخارجي (الشنبر) لكرسي التحميل

المطلوب تركيبه وعند تركيب كرسي التحميل على العمود فإنه يجب عدم الطرق بشكل مباشر على شنابر كراسي التحميل مطلقا.

← طرق صيانة كراسي التحميل:

هناك بعض الاعتبارات الهامة لضمان العناية الصحيحة بكراسي التحميل مثل تنظيف كراسي التحميل والحماية والتخزين وطريقة المناولة.

▪ تنظيف كراسي التحميل:

التركيب الصحيح لكراسي التحميل المقاومة للاحتكاك فى غاية الأهمية فكراسي التحميل المقاومة للاحتكاك يجب أن تكون لها خلوص تشغيل بين الكرات والمجاري والتركيب الخاطئ لكراسي التحميل على أعمدة الدوران يمكن أن يسبب تلف كراسي التحميل ولهذا يجب اتباع التعليمات التالية دائما عند التعامل مع كراسي التحميل:

- يتم استخدام المحاليل البترولية الموصي بها في أعمال التنظيف فيجب عدم استخدام البنزين الذي يحتوى على مادة الرصاص في أعمال التنظيف .
- لا بتم وضع كراسي التحميل المطلوب تنظيفها كلها في حاوية التنظيف بل نظفها بشكل منفصل كل على حده.
- يتم استخدم فرشاة دهان جديدة ذات شعر للمساعدة فى التنظيف.
- قطع القماش أو الملابس يجب أن تكون نظيفة وخالية من المواد الكتانية ويجب عدم استخدام بقايا القطن فى التنظيف بسبب تطاير غبار القطن والذي يمكن أن يدخل إلى حجرات البلى.
- تفقد المجاري الخاصة بكرسي التحميل من ناحية الخدوش أو الشقوق أو التشققات.
- كراسي التحميل يجب أن تكون خالية من البقع المستوية أو الشظايا أو دلائل على حدوث اهتراء خارجي .
- إعادة التجميع لكراسي التحميل يجب أن يتم في منطقة نظيفة قدر الإمكان مع تجنب التلوث والتعرض للغبار كما يجب أن تبقى طاولة العمل نظيفة وتغطى بنوع من المواد الماصة للصدمات أو المطاط أو الورق المقوي الثقيل.

▪ الوقاية والتخزين المؤقت:

بعد التنظيف والتفتيش وإعادة تجميع كراسي التحميل المراد استخدامها، هناك بعض الاحتياطيات التي يجب اتخاذها والقيام بها فيجب تزييتها أو إعادة تشحيمها ومن ثم حمايتها من التلوث والأوساخ والإجراء الموصى به هو لفها بإحكام في ورق معالج بالزيت لحين طلبها للتجميع والتركيب بالماكينة وإذا ما كان مطلوبا تخزينها لفترة طويلة فإنه يجب وضعها في علبة ويفضل أن تكون من الكرتون ووضع ملصقات عليها تحتوى على

معلومات لتحديد هويتها وهذا يحفظها من الفك والمناولة أو المحاولات الأخرى في البحث عن كراسي تحميل والشكل رقم (١٤) يبين طريقة تشحيم كرسي التحميل.

الشكل رقم (١٤) : طريقة تشحيم كرسى التحميل

- **عمليات المناولة:**

فيما يلي خطوات تتعلق بمناولة كراسي التحميل قم بالآتي:

- إزالة جميع الأوساخ من كراسي التحميل قبل فكها.
- تعامل مع كراسي التحميل المستخدمة بكل حرص وعناية.
- استعمل عدة وأدوات نظيفة في منطقة عمل نظيفة.
- استخدم فقط المحاليل المنظفة المعتمدة وزيوت الغسيل.
- ضع كراسي التحميل على ورق نظيف أو على قطع قماش خالية من الكتان.
- حفظ كراسي التحميل المفككة بعيدا عن الأوساخ والرطوبة والذي يمكن أن تؤدى إلى حدوث الصدأ.
- استخدم فقط قطع قماش نظيفة لمسح كراسي التحميل ولا تستخدم فضلات القطن.
- حافظ على كراسي التحميل ملفوفة في ورق مبلل بالزيت عند عدم الاستعمال لفترة طويلة أو حتى في فترات التخزين قصيرة الأجل.
- قم بتنظيف كراسي التحميل من الداخل وكذلك أسطح عمود الدوران تماما قبل استبدال كراسي التحميل.
- قبل تركيب كراسي التحميل بما فيها الأنواع التي يتم تركيبها بالكبس قم باضافة طبقة من الزيت الخفيف على عمود الدوران وجوف المجارى الخاصة بكرسي التحميل لتسهيل عملية الفك مستقبلا.

- تأكد من أن كراسي التحميل تم تركبها بطريقة سليمة لأن التركيب الخاطئ يمكن أن يتسبب فى توسع المجارى الداخلية كما أنه يوسع جميع خلوصات كراسي التحميل.
- عند تجميع كراسي التحميل يجب اتخاذ الحيطة والحذر حتى لا يتم كسر المجرى الخارجي للكرسي.

لا تقم بهذا:

- لا تستخدم أدوات ووسائل متسخة وسريعة الانكسار أو مشققة.
- لا تعمل على سطح طاولة العمل بدون أغطية مناسبة.
- لا تستخدم مادة البنزين التي تحتوى على مادة الرصاص كمحلول تنظيف.
- لا تعرض كراسي التحميل للهواء المضغوط لاحتوائه على كمية من المياه يمكن أن يؤدى إلى حدوث الصدأ.
- لا تستخدم فضلات القطن أو الملابس المتسخة لمسح أو مناولة كراسي التحميل أثناء عمليات الصيانة والتفتيش أو تركيبها لاحتمال حدوث تلوث من المواد الغريبة الموجودة بالقطن.
- لا تتعامل مع كراسي التحميل الجديدة بأيدي عارية بل قم بتغطيتها وانقلها بقطعة قماش نظيفة أو استخدم قفازات نظيفة.
- لا تخدش سطوح كراسي التحميل وحافظ عليها لامعة وتجنب إسقاطها.
- لا تفك لفافات وطبقات وقاية كراسي التحميل إلا قبل استخدامها مباشرة.
- لا تقم بتسخينها زيادة فإذا تم تسخين كراسي التحميل لاكثر من ٢٥٠ فهرنهايت يمكن أن يحدث تلف لصلابة كراسي التحميل.
- يجب عدم تسخين كراسي التحميل بطريقة مباشرة بل يجب استخدام دعامة يوضع عليها الكرسي.
- يجب عدم استخدام المطرقة للطرق على كراسي التحميل لأن استخدامها سيتسبب في تلف وضرر للمجارى.

← أعطال كراسي التحميل وحلولها:

بشكل عام إذا استخدمت كراسي التحميل بالطريقة المناسبة فإنها تبقى صالحة بدون أعطال حتى نهاية العمر الافتراضي لها وإذا حدث بها أعطال مبكرة فقد يعود هذا لبعض الأخطاء في سوء الاختيار أو الاستخدام أو في التشحيم أو في طريقة تركيب كرسي التحميل ومن الصعب في بعض الأحيان تحديد السبب الحقيقي لعطل كرسي التحميل وذلك لأنه قد تحدث عدة عوامل متزامنة ومترابطة قد يكون إحداها هو السبب فى حدوث العطل.

ومع ذلك فمن الممكن منع تكرار حدوث الأعطال المتشابهة عن طريق توقع أسباب حدوث العطل اعتمادا على حالة وظروف الآلة التي تعطل فيها كرسي التحميل ويجب أن يؤخذ أيضاً فى الاعتبار موقع التركيب وظروف العمل المحيطة بكرسي التحميل وقد صنف هذا الجزء أعطال كراسي التحميل كدليل لتوقع مسببات العطل وإصلاحه ومن أعطال كراسي التحميل ما يلي:

- التقشر الرقائقي.
- القشارة أو خشونة السطح.
- التآكل.
- البقع وزوال اللون.
- عطب الحوافظ.

- التقشر الرقائقى:

هو حدوث تقشر لسطح الحلقة الخارجية لكرسي التحميل حيث يكون السطح شديد الخشونة والسبب فى ذلك يرجع إلى الكلال والإجهاد بصفة عامة نتيجة الاستخدام لفترة طويلة وقد يحدث التقشر مبكراً نتيجة تكرار حدوث أحمال زائدة على كرسي التحميل أو عمود الدوران أو نتيجة حدوث خطأ في التركيب أو دخول مواد غريبة داخل حجرة كريات الكرسي أو بسبب تكون الصدأ.

والحل يكمن في معرفة أسباب حدوث الحمل الزائد وفحص ظروف العمل ووضع كراسي تحميل بسعة أكبر حسب الضرورة وتحسين خواص الزيت ونظام التشحيم بصفة عامة لإنتاج طبقة زيت مناسبة وكافية لإزالة أخطاء التركيب والشكل رقم (١٥) يبين حدوث التقشر الرقائقى على جسم كرسي التحميل.

الشكل رقم (١٥) : التقشر الرقائقى بكرسى التحميل

- القشارة أو خشونة السطح:

يصبح سطح كرسي التحميل خشناً وتلتصق به أجزاء صغيرة من القشارة وهى عبارة عن تراكم كومة صغيرة من الشظايا الصغيرة جدا وقد تشمل تكسرات صغيرة تحولت إلى شظايا والسبب في ذلك يرجع إلى حدوث تآكل فى أجزاء مجاورة لكرسي التحميل ونتيجة للحركة الدورانية تنتقل هذه الشظايا إلى خارج وداخل كرسي

التحميل والحل يكمن في التشحيم المستمر بطريقة صحيحة ونظام التشحيم قادر على تكوين طبقة من الزيت تكون كافية للسيطرة على الغبار والتقاط تلك القشارة ومنع تغلغلها داخل حجرة الكريات (البلى) والشكل رقم (١٦) يوضح خشونة سطح كريات كرسي التحميل.

الشكل رقم (١٦) : خشونة سطح الكريات نتيجة تكون القشارة

- **التآكل:**

يتآكل ويبلى السطح الداخلي لكراسي التحميل وتقل الأبعاد الخاصة بها مقارنة بالأجزاء الأخرى ويزداد السطح خشونة نتيجة الاحتكاك الشديد والمستمر أثناء الدوران ويحدث هذا نتيجة حدوث انحراف شديد للأعمدة الدوارة عن بعضها (حدوث عدم استقامة) والحل يكمن فى ضبط استقامة تلك الأعمدة والتزييت والتشحيم بصورة منتظمة لتقليل أثر الاحتكاك وتكون أجسام غريبة داخل حجرات الكريات (البلى) والشكل رقم (١٧) يوضح التآكل الداخلي فى كرسي التحميل.

الشكل رقم (١٧) : التآكل الداخلى فى كرسى التحميل نتيجة الاحتكاك

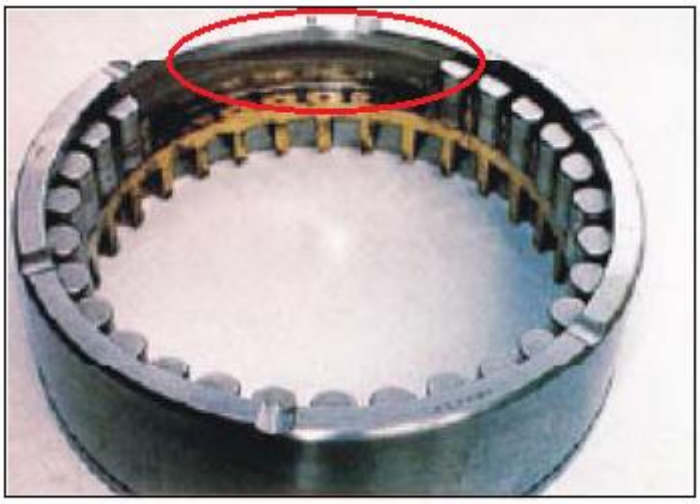
- **البقع وزوال اللون:**

تكون البقع على سطح كريات (بلى) كرسي التحميل وينطفئ لونها اللامع والبقع هي عبارة عن كومة من نقرات صغيرة على جسم البلية والسبب فى ذلك يرجع إلى الحرارة الشديدة التي يتعرض لها كرسي التحميل أو دخول مواد غريبة داخل كرسي التحميل نتيجة التشحيم السيئ وترسب الزيت الفاسد على السطح والحل يتضمن البحث في أسباب زيادة درجة الحرارة وتحسين كفاءة الزيت عن طريق الترشيح وإزالة تلك البقع عن طريق الصقل بورق الزجاج (السنفرة) والشكل رقم (١٨) يوضح تكون البقع والنقرات على جسم البلى.

الشكل رقم (١٨) : تكون البقع على البلى

- **عطب الحوافظ :**

انكسار الحوافظ (الظرف الذي يحفظ البلى بداخله) وتآكل أو تكسر البرشام والسبب يرجع إلى سرعة الدوران العالية أو التقلب الكبير للسرعة من سرعة بطيئة إلى سرعة عالية بطريقة فجائية نتيجة تذبذب الحمل والتشحيم السيئ والحرارة المفرطة والحل يكمن فى تحسين ظروف الحمل وتحسين التشحيم ونظامه واختيار كراسي تحميل جيدة وإجراء فحص للعمود وإطار التثبيت والشكل قم (١٩) يبين العطب في حافظة كرسي التحميل.



الشكل رقم (١٩) : العطب فى حافظة كرسى التحميل

- **الخلاصة:**

بنيت وصممت كراسي التحميل بتحديدات دقيقة لضمان دوامها للفترة الزمنية المتوقعة منها وأعطال هذه العناصر لا تحدث بلا سبب ولهذا فإنه من الضروري إزالة كراسي التحميل المعطوبة وتبديل كراسي التحميل المعطوبة فقط دون معرفة سبب عطلها ليس كافياً وهناك أسباب متعددة لعطل كراسي التحميل وتحليل سبب عطل كراسي التحميل هو أحد الطرق الأكثر فعالية لتحديد ومنع أعطال الآلة.

التطبيقات العملية لكراسى التحمل

أهداف التطبيق:

إكتساب الخبرات والمهارات العملية اللازمة فى فك وتركيب وصيانة كراسى التحميل طبقا للمواصفات والتعليمات وبطريقة صحيحة وآمنة.

تمرين: طريقة تغيير كرسى التحميل لمحرك المضخة الهيدروليكية:

أ) ظروف الأداء :

الخامات	العدد والمعدات والأجهزة	التسهيلات الأخرى
- أدوات تنظيف (فوطة- منظف صناعي).	- عدد يدوية مختلفة (مفكات- مفاتيح وخلافه). - منضدة عمل. - أجهزة قياس مثل جهاز الأفوميتر وبنسة الأمبير.	- ملابس حماية ومهمات الأمان الصناعي. - كتيب إرشادات لكرسي التحميل. - رسم تنفيذي للدائرة الهيدروليكية يتضمن مكان كرسي التحميل بالدائرة.

ب) الأداء:

← خطوات التدريب العملي:

خطوات فك المضخة الهيدروليكية لتغيير كرسى التحميل (رولمان البلى) الخاص بمحرك المضخة وتجميعها:

١- يتم فك غطاءي المحرك كما تعلمته فى التمرين السابق.
٢- يتم سحب العضو الدوار بحرص من داخل المحرك مع عدم ملامسه العضو الدوار لملفات المحرك.
٣- يتم الكشف عن رومان البلى ويتم سحبه بواسطة الزرجينة.
٤- يتم استبدال الرومان بلى بنفس الأرقام الموجودة على رومان البلى القديم مع الحرص الشديد أثناء الطرق على رولمان البلى الجديد بواسطة الشاكوش والماسورة المجوفة على كرسي التحميل.
٥- **ملحوظة:** تكون الماسورة المستخدمة والطرق عليها قطرها مثل القطر الداخلي لرولمان البلى.
٦- نقوم بتجميع المحرك كما بالشكل المبين التالى.
٧- نقوم بتوصيل المحرك بالتيار الكهربي بعد التجميع واختبر حمل المحرك بواسطة بنسة الأمبير وقارن قراءة الأمبير على لوحة المحرك مع مراقبة درجة حرارته.

جدول يوضح خطوات تغير رولمان البلي لمحرك مضخة

جـ) معايير الأداء:

البند	المعايير
تجهيز العدد	تجهيز مصادر التغذية المختلفة - تجهيز العدة والأدوات المناسبة - تجهيز أدوات القياس والمراجعة- تجهيز وسائل تجهيز الطلمبة ومنضدة العمل لتغيير كرسى التحميل.
تجهيز الخامات	تجهيز الخامات المطلوبة من مهمات نظافة كالفوط الصفراء.
	تجهيز المنظفات السائلة والطيارة.
التنفيذ	تطبيق قواعد السلامة أثناء العمل.
	التعامل مع أدوات القياس.
	التعامل مع وحدة الطلمبة المطلوب تغيير كرسى التحميل بها.
	القيام بعملية الفك.
	القيام بعملية التجميع.
	القيام بعملية التشحيم.
	القيام بعملية القياس.
	طريقة تنفيذ الأعمال.
معايير السلامة	ارتداء ملابس الوقاية الشخصية.
	تداول ومناولة الخامات والعدد بطريق آمنة.
	الاستخدام الأمثل والآمن للعدد والأجهزة.
	إتباع تعليمات الأمن والسلامة والصحة المهنية.
التنظيف والترتيب	نظافة مكان العمل.
	نظافة العدد وتخزينها.
	إعادة الخامات الزائدة وتخزينها بطريق صحيحة.
	إزالة المخلفات بطريقة صحيحة وآمنة.

المراجع:

- الكتب الفنية الخاصة بمؤسسة التعليم الفنى والتقنى بالمملكة العربية السعودية.