موانع التسرب الميكانيكية والكبالن للفنيين

Mechanical Seal & Coupling for Technicians

المحتويات

✓ أنواع موانع التسرب	2
✓ موانع التسرب الاستاتيكية (الساكنة)	2
✓ موانع التسرب الديناميكية الترددية	4
✓ موانع التسرب الديناميكية (الدوارة)	5
✓ موانع تسرب الحشو الميكانيكى (الباكم)	8
✓ الجوانات	17
✓ المباديء الفنية لموانع التسرب الميكانيكية	28
✓ الاتزان الهيدروليكي Hydraulic Balance	32
✓ شروط اختيار موانع التسرب الميكانيكية	33
✓ أسباب انهيار موانع التسرب الميكانيكية	45
✓ API 682	51
✓ Smith Group, John Crane	53
✓ الكبالن Couplings	58
✓ كوبلن الأعمدة المستقيمة Aligned Shaft Couplings	60
✓ كوبلن الأعمدة الغير المستقيمة Disaligned Shaft Couplings	52
✓ تركيب الكبالن (الوصلات)	64

مقدمة

إن تصميم موانع التسرب يجمع مابين متطلبات التصميم المتعارضة ككفاءة منع التسرب والاحتكاك والتآكل الميكانيكى والتكلفة المبدئية وطبيعة تركيب مانع التسرب. كما انه عند انتقاء احد موانع التسرب من ضمن التصميمات المتاحة للتسويق فان ذلك مرتبط بعدة عوامل اضافية تجعل من موانع التسرب متواجدة بوفرة وقابلة للاستبدال وتعمل على التوازن بين المنتجات المختلفة للموردين والتكلفة الكلية لتلف مانع التسرب والتى يمكن ان تكون أعلى ألاف المرات من التكلفة المبدئية لمانع التسرب.

يتم تصنيف موانع التسرب على أساس الاستخدام الى ثلاثة مجموعات رئيسية تقسم هذه المجموعات طبقا لوظيفة مانع التسرب أما موانع التسرب التى تعتمد فى نظرية عملها على أكثر من نوع من فعاليات العزل (منع التسرب) فتندرج تحت النوع السائد لموانع التسرب.

أنواع موانع التسرب

1. موانع التسرب الاستاتيكية (الساكنة)

يتضح من التعريف أن هذا النوع من موانع التسرب تم تصميمه ليركب متاخما لجزء ثابت أو لايوجد حركة نسبية بينه وبين مانع التسرب وعادة ما تتلف هذه الموانع عند تعرضها للاهتزازات أو لأى تغيير فى الشكل كخطأ فى التركيب وخلافه.

الجوانات:

يجب أن تكون مادة صنع الجوانات والتى من الممكن أن تكون معدنية أو غير معدنية أو خليط من مادة معدنية أخرى غير معدنية غير منفذة تماما للسائل المراد منع تسربه كما يجب أيضا أن تتخلل المناطق المنخفضة والمشوهه للسطح المركب عليه الجوان لضمان فعالية منع التسرب لمدة طويلة تحت الظروف المختلفة لتغير درجة الحرارة والضغط وتكون ذات صفات مقاومة للزحف(Creep) مقبولة.

يجب أن تكون أسطح الفلانشات متوازية نماما ولا يوجد بها التواء أو تشوه لتقليل اجهاد الضغط الواقع على الجوان كما أن درجة تشطيب السطح الملامس للجوان لا يجب أن يكون ناعما أو جيدا بشكل كبير وعادة يفضل أن يكون على شكل مسار مجوف حلزونى مستمر. كما يجب مراعاة تأثير استطالة المسامير والاهتزازات عند التصميم.

العوامل المؤثرة على اختيار مادة صنع الجوان

الضغط – الحرارة – خواص السائل – قوة تحمل الفلاشات – درجة تشطيب السطح – الاهتزازات – الأحمال الحرارية الدورية.

موانع التسرب السائلة

تتميز هذه الموانع عن الجوانات سابقة التجهيز لتلائم الشكل المراد تركيبه فى انها غير جامده أى يمكن وضعها فى صورتها السائلة على السطح لتخلله بالكامل وبكفاءة تفوق كفاءة الجوانات عند تجميع الفلاشات. ويعتبر شريط مانع التسرب المصنوع من التيفلون (Ptfe) من موانع التسرب السائلة (السائبة). وهذا النوع من موانع التسرب يعتبر من الطرق الجديدة الى حد ما ويستعمل فى حالات الضغوط المنخفضة والحرارة المنخفضة اذا ما قورنت بالجوانات. وتجرى الدراسات والتجارب المستمرة لتحسين الآداء للحصول على موانع تسرب أحدث.

وتقسم موانع التسرب السائبة الى موانع تسرب متصلبة(Hardening) أو متجمدة وموانع تسرب غير متجمدة وأشرطة (Tapes) مانعة للتسرب. ويقوم مصنعو موانع التسرب بامدادنا بالمعلومات المطلوبه للموانع المناسبة للاستخدام المطلوب لمراعاة النوع الصحيح للمانع عند التصميم.

موانع التسرب الاوتوماتيكية

تعتبر من موانع التسرب واسعة الانتشار وتكون ذات شكل حلقى (“O” Ring) مكونه من مجموعة من المواد وتشمل المطاط والتيفلون Ptfe والمعادن ولايوجد حد أقصى للضغط المعرضة له هذه الموانع نظريا أما الحد العملى للضغط فيتوقف على تآكل المكونات المعدنية للجزء المراد عزله أو منع تسربه حتى يسمح بتباعد كافى بين الاسطح التى يعمل عليها المانع الحلقى (O ring) يسمح بتسرب الضغط من الفتحة الناتجة عن التآكل وتحتوى المواصفات القياسية البريطانية , BS 1806 BS 4518على معلومات تصميمية تفصيلية شاملة للأنواع المختلفة لتجويفات الموانع الحلقية O rings Grooves.

2. موانع التسرب الديناميكية الترددية

تعتمد هذه الموانع فى نظرية عملها على وجود حركة ترددية مستمرة بين المانع والجزء المتاخم أو الملاصق له وتفصل بين المانع والجزء المتحرك طبقة رقيقة من الزيت يصل سمكها الى 0001و0 بوصة ويعتمد سمك الطبقة الحقيقى على عوامل كثيرة تشمل الضغط ولزوجة الزيت والحركة الخطية ودرجة انضغاط مانع التسرب داخل المكان الحاكم له. ويراعى عند التصميم جميع هذه العوامل لضمان بقاء هذه الطبقة الرقيقة من الزيت فى السرعات المنخفضة والسريعة على السواء لمنع الانهيار أو التلف السريع لمانع التسرب نتيجة للاحتكاك ومن أشهر الاستخدامات لهذا النوع من موانع التسرب الموجود بالاسطوانات الهيدروليكية ونتيجة لطبيعة عمل هذه الاطوانات يتعرض الساق أو العمود الحامل للبستم عند خروجه من الاسطوانة للوصول الى نهاية مشاورة يتعرض لشوائب ومواد تساعد على التآكل للاجزاء المعدنية كذرات الرمل وبرادة المواد المعدنية ويحتاج باستمرار الى ازالة هذه الشوائب العالقة به نتيجة لتغطيته بطبقة من الزيت فيتم تركيب نوع آخر من

موانع التسرب تسمى الموانع الماسحة أو الكانسة Wiper or Scraper للتغلب على هذه المشكلة وعدم السماح لها بالوصول الى مانع التسرب الترددى الرئيسى. والشكل الاولى للموانع الترددية والمانعة للتسريب حول عمود ترددى الحركة كان عبارة عن حلقات من حشو ناعم يدرج داخل تجويف يسمى صندوق الحشو (Stuffing Box) وتوضع هذه الحلقات مضغوطة بواسطة قوه محورية بواسطة مايسمى بالجلاند لتتفرطح هذه الحلقات وتقوم بعمل عزل أو منع تسريب محكم حول العامود المتحرك ومازال هذا النوع من الموانع واسع الانتشار وتصنع حلقات الاحكام من الياف نباتية أو معدنية مشبعة بمادة تزييت كالشحم الحيوانى أو الجرافيتز

أما الشكل الحديث للموانع الترددية فتكون حلقة الاحكام ذات قطع على شكل حرف "V" أو شكل الشارة العسكرية Chevron حيث يقوم السائل المضغوط بفتح شفرة الحلقة ليعمل على زيادة الاحكام ويحسن من كفاءة منع التسريب دون الحاجة الى استعمال الجلاند على عكس ما كان يستعمل سابقا حيث كان مقطع حلقات الاحكام على شكل دائرى أو مربع.

3. موانع التسريب الديناميكية (الدوارة)

تستعمل موانع التسرب الترددية عادة مع الاجهزة المولدة للقوة ويتطلب عملها مدى من مقاسات محددة ليمنع تسرب مجموعة محدودة من السوائل. بينما الآلات أو الأجهزة الدوارة تحتاج الى موانع تسرب تتناسب مع مدى من مقاسات أكبر (مثال: من قطر 1/2مم وساق دوران ساعة اليد الى قطر 4 م عمود التوربين المائى) وكذلك مدى كبير من أنواع السوائل كالطلمبات والتى تعتبر اداة لتداول معظم السولئل الموجودة.

وهناك عدد كبير من موانع التسرب الدوارة ولكن يمكن تصنيفها فى ثلاثة مجموعات رئيسية.

المجموعة الأولى :

موانع تسرب ذات تلامس نسبى مع الأعمدة الدوارة كحلقات الحشو والموانع ذات الشفرة الحاكمة Lip Type

المجموعة الثانية :

موانع تسرب ذات تلامس نسبى مع وجه المانع الدوار بعيدا عن العامود كمانع التسرب الميكانيكى Mech Seal

المجموعة الثالثة :

موانع تسرب لايوجد تلامس نسبى بينها وبين الجزء الدوار كموانع التسرب ذات الخلوص.

<u>ملحوظة</u>

موانع التسرب الدوارة التى يوجد تلامس نسبى بينها وبين الجزء الدوار أو الاسطح الدوارة تفصلها طبقة رقيقة من مادة التزييت. كموانع التسريب الترددية.

المجموعة الاولى :

رخيصة الثمن وتسبب تآكل ميكانيكى للآعمدة وذات عمر قصير تحت ظروف التشغيل القاسية وتستعمل مع السولئل غير المسببة للتآكل الكيميائى مع قدر مقبول من مادة التزييت.

المجموعة الثانية :

ذات تكلفة أكبر وتستعمل لمعظم السوائل ولا تزيد من تآكل الاعمدة وتستعمل لمدى كبير من الضغوط ودرجات الحرارة والسرعات.

المجموعة الثالثة :

لايحدث بها تآكل لبعدها عن سريان السائل المحمل بالرقائق الصلبة المسببة للتآكل الميكانيكى ولكن لابد ان تكون كمية تسرب السائل مقبولة.

موانع تسرب المجموعة الاولى

مانع التسرب الدوار ذو الشفرة المرنة Flexible Lib Type من أكثر أنواع موانع التسرب الدوارة شيوعا وتصنع هذه الموانع من الجلد أو التيفلون ولكن الكثر شيوعا هو المطاط الصناعى وعادة ما يستخدم المطاط الصناعى من الانواع الاتية طبقا لنوع السائل المراد منع تسريبه.

المطاط النيتريل والبولى أكريلك والسيليكونى والفلوروكاربون وموانع التسرب ذات الشفرة عادة ما تناسب ضغوط تصل الى 48 كيلو باسكال وبارتفاع الضغط يرتفع التحميل على شفة المانع مسببا تحطم طبقة مادة التزييت وبالتالى تلف مانع التسرب لارتفاع درجة الحرارة ويمكن معالجة هذه المشكلة باستعمال حلقات تدعيم شفة المانع لتصل قيمة الضغط التى يتحملها مانع التسرب الى 600 كيلو باسكال .

عادة ما يتلف هذا النوع من موانع التسريب نتيجة لتعرضها للشوائب والدقائق الصلبة وتستعمل شفة ثانوية اضافية لتعمل على ازالة هذه الشوائب.

موانع تسرب المجموعة الثانية

موانع التسريب الميكانيكية شائعة الاستخدام وتعتبر من أحد أسرع قطاع متنامى فى صناعة موانع التسرب وهناك تصميمان رئيسيان لها :

- مانع تسريب ميكانيكى غير متوازن يركب على عمود ثابت المقطع.
- مانع تسريب ميكانيكى متوازن يركب على عامود مدرج أو ذو جلبة ليحقق افضل اتزان هيدروليكى.

التصميم الول يتناسب مع ضغوط تعمل الى 1 ميجا باسكال ويناسب التصميم الثانى الضغوط التى تتعدى هذه القيمة وتتعدى أنواع الاوجه الدوارة لموانع التسريب الميكانيكية ذلك لتنوع السوائل المستخدمة معها وكذلك درجات الحرارة المختلفة وأشهر هذه النواع الكربون . صلب لايصدأ والتنجستين كاربيد والسيراميك والتيفلون.

موانع تسرب المجموعة الثالثة

موانع التسرب ذات الخلوص وتشمل لابيرانسيل (Loby Rinth Seal) حيث تكون ريش هذات النوع مصنوعة من الكاربون أو أى معدن طرى فلا تسبب أى خدوش أو تآكل وتسمح هذه الموانع بتسرب قليل للمانع أو السائل المراد عزله ولكن خاصية الخنق Throattling Effect تقلل من كمية السائل المتدفق أو التسرب من خلال المسار المتشعب لمانع التسريب فتحدث ظاهرة ال Throattlingوتستخدم موانع التسرب من هذا النوع بشكل واسع الانتشار فى التوربينات الغازية والتوربينات البخارية والضواغط الدوارة وهناك نوع آخر ذو فعالية أكثر من موانع التسرب ذات الخلوص ذو تكلفة عالية نسبيا يعرف أحيانا باسم Wind – Back Seal يتكون من مسارات حلزونية تشبه سن القلاووظ تعمل كريش لمانع التسريب والتى بدورها تقوم بعمل ضخ عكسى للسائل يقاوم تسرب السائل من ناحية الضغط العالى.

موانع تسرب الحشو الميكانيكى (الباكم)

منذ اختراع المضخات من عدة قرون مضت ظهرت مشكله تسرب الموانع من خلال المضخات وكان الاسلوب المتبع لواجهة هذه المشكلة لف أعمدة هذه الطلمبات الترددية باحبال مشبعة بمادة تزييت لاحكام العزل ومنع التسرب المانع من داخل الطلمبة للخارج ومنذ ذلك الوقت وتطوير أجهزة تداول السوائل أو الموانع فى أطراد مستمر لانتاج أنواع أكثر تطورا وكفاءة لموانع التسرب.

واقدم انواع هذه الموانع مازال يستخدم بشكل واسع الانتشار الى الآن والمسمى بمانع تسرب الحشو (الباكم) المضغوط وهو ذوحلقات احكام ذات مقطع مربع عادة ماتصنع من الألياف اللينة المشبعة بمادة تزييت مناسبة وتكون فى الواقع على شكل أحبال يتم تقطيعها حسب المقاس المطلوب ولفها على شكل عدد من الحلقات توضع داخل صندوق التعبئة Stuffing Box حول العامود ويتم

ضغطها بواسطة جزء آخر يسمى الجلاند ليساعد على انضغاط هذه الحلقات حوا العامود ويعمل على احكام العزل ومنع التسرب كما هو موضح (شكل 1)

وتعتبر موانع الحشو (الباكم) من أسهل وسائل منع التسرب والتى تحتاج الى عملية صيانة بسيطة بعد تركيبها وهى ذات كفاءة مقبولة فى منع التسريب.

وتستخدم موانع الحشو الميكانيكى المضغوط فى كل من المعدات الترددية والدوارة وتعتمد على وجود طبقة رقيقة من المانع بين حلقات الاحكام والعامود المتحرك وذلك للتزييت والتبريد فى نفس الوقت وفى بداية دوران العامود تتم عملية التزييت بواسطة كمية من التزييت المشبع بها حلقات الاحكام حيث تخرج من الحلقات نتيجة لعصرها وبعد فترة تتكون الطبقة الرقيقة من المانع المنقول نفسه السابق ذكرها لاستمرار عملية التزييت والتبريد كما أن هذه الطبقة تساعد أيضا وبشكل فعال فى احكام ومنع التسرب من داخل جسم الطلمبة.

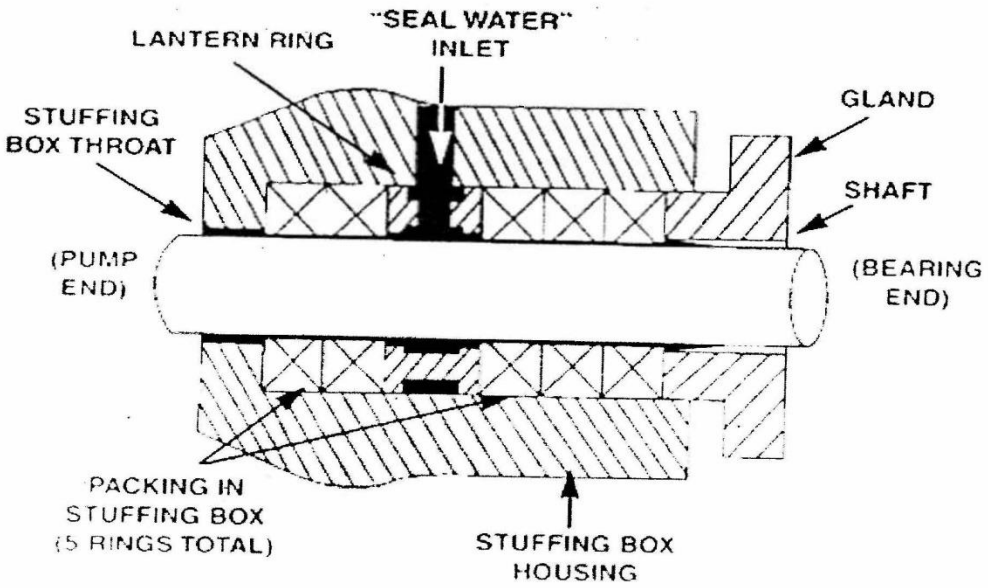
وبعض هذه الموانع يكون ذات التشبع بالسائل المنقول والبعض الآخر يتم امداده بسائل منع التسرب خارجيا كما هو موضح بالشكل رقم 1 ويتم وضع حلقة معدنية على شكل فانوس أو قفص بين حلقات الاحكام يقابل فتحة دخول السائل ويتم ضبط مقدار ربط الجلاند للتحكم فى كمية التسرب من المانع وتقليلها الى حد يسمح بعملية التبريد والتزييت فقط دون زيادة واذا زاد مقدار ربط الجلاند بحيث يمنع تدفق هذه الكمية المتسربة من السائل خلال مانع التسرب يتسبب ذلك فى توقف عملية التبريد مما ينتج عنه احتراق حلقات الباكم (الحشو) وعند حدوث ذلك يجف السطح الداخلى لحلقات الباكم وتصبح خشنة وخالية من مادة التزييت ويتم اعادة حشو مانع التسرب فى هذه الحالة.

<u>ويجب اتباع الخطوات الآتية لتحقيق أفضل أداء لعمل موانع تسريب الحشو (الباكم) الميكانيكى</u>

1. اختيار مادة الحشو المناسبة للاستخدام المطلوب (المعدة) والسائل المراد منع تسربه.
2. تركيب الباكم فى وضع ملائم للمادة المصنوع منها لضمان استمرارية عملية التبريد وبناء الطبقة الرقيقة من السائل المستخدمة للتزييت.
3. الصيانة المناسبة للمعدة المركب بها الحشو فلا بد أن تكون فى وضع تشغيل جيد ويكون العامود المركب عليه الباكم متزن أثناء دورانه وتكون جليبة العامود ذات سطح ناعم أو عالى التشطيب لضمان بقاء الباكم لفترة طويلة.

4. التركيب الصحيح ومراعاة نظافة الاجزاء وأن تكون مناسبة الآبعاد أثناء التركيب يعتبر عاملا أساسيا لنجاح عمل الباكم.
5. يجب اتباع خطوات التوقف الصحيحة للمعدة والعناية البسيطة بالحشو الميكانيكى أثناء فترة التوقف يساعد على مد فترة التشغيل مرات عديدة.

والتركيب الصحيح للحشو الميكانيكى يجعل منه أرخص وأفضل وسيلة لمنع التسرب والبقاء لفترة تشغيل طويلة مقارنة بوسائل منع التسرب الآخرى.



شكل (١)

<u>إعادة حشو مانع التسرب</u>

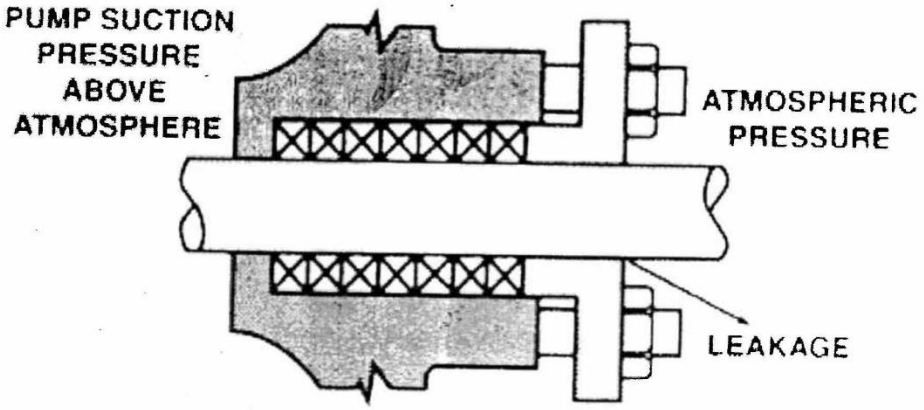
يجب استبدال حلقات الباكم على فترات معينة نظرا لتآكلها وجفافها بعد فترات تشغيل طويلة ويتم استبدال الباكم عندما تزداد كمية السائل المتسربة من الجلاند والتى لايفيد معها زيادة ربط الجلاند أى يصبح من الصعب التحكم فى كمية التسرب وفى هذه الحالة يجب تغيير حلقات الباكم ومع الضغط المستمر لحلقات الباكم قبل تغييره يتحرك القفص أو الحلقة الفانوسيى من مكانه الصحيح فيعمل على تقليل أو منع مياه التبريد مما يعطى مؤشرا آخر لوجوب تغيير حلقات الباكم ويتم تغيير جلبة العامود التى يتحرك عليها الباكم اذا وجد بها تآكل يوجب تغييرها.

تزييت حلقات الباكم :

هناك الكثير من الطرق الممكنة لتزييت أو تبريد حلقات الباكم لتحقيق منع تسريب ذو فعالية كبيرة وفيما يلى ثلاثة أنواع لطرق تزييت الحلقات شائعة الاستخدام.

النوع الأول

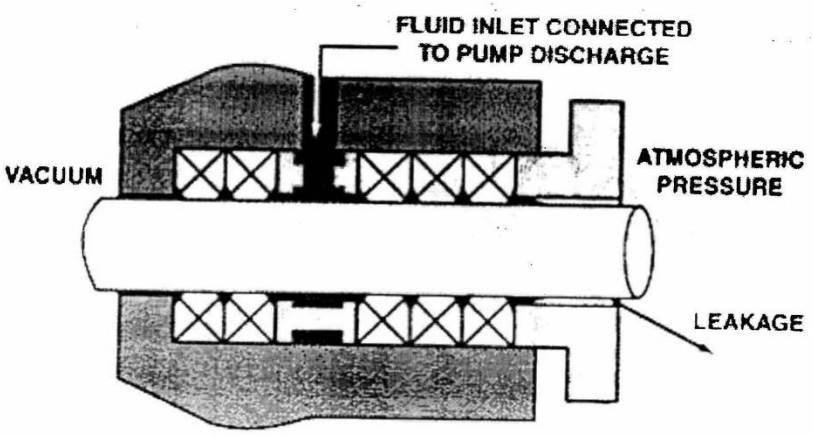
صندوق تعبئة لا يتعرض لمواد ترسيبية أو مواد تساعد على التآكل ويعمل فى وسط نظيف وضغط سحب الطلمبة أعلى من الضغط الجوى ويستخدم غالبا مع المحابس Valves.



شكل (٢)

النوع الثانى

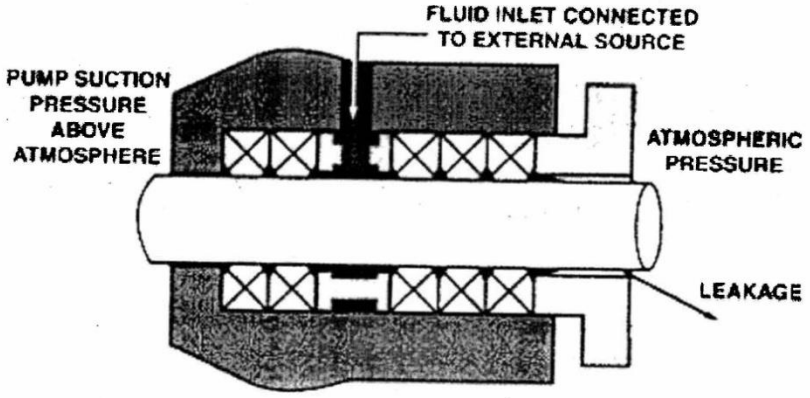
صندوق تعبئة Stuffing Box يعمل فى وسط يكون ضغط سحب الطلمبة فيه أقل من الضغط الجوى



شكل (٣)

النوع الثالث

وهو النوع السائد ويتميز بأن سائل التبريد من النوع النظيف وجيد التزييت ويتوافق مع السائل المراد منع تسربه عند ضغط أعلى من ضغط السائل المنقول عند فتحة صندوق التعبئة ويعطى سائل التبريد الفرصة الجيدة لتكون طبقة التزييت والحاكمة للتسريب أيضا والمناسبة للاستخامات الصعبة.



شكل (٤)

خطوات تركيب حلقات الحشو (الباكم)

1. ايقاف المعدة عند التشغيل وفصلها لتركيب الحشو وغسيل مكان تركيب الحشو ان أمكن تصريف الضغط الداخلى للمعدة ، فك الموتور الكهربى لتفادى التشغيل المفاجىء أثناء العمل واستخدام جميع مهمات الأمان المطلوبة((Safety Equipment
2. ازالة جميع حلقات الباكم القديمة من داخل صندوق التعبئة وتنظيفه وكذلك تنظيف العامود وفحص جلبة العامود وتغييرها اذا كان بها تآكل لايسمح باستعمالها مرة آخرى اختبار رولمان البلى والتأكد من خلوصها الترددى فى المدى المسموح به ، فحص صندوق التعبئة بعناية للتأكد من عدم وجود تآكل ونقر وثغرات بالسطح الداخلى لا يتسبب فى حدوث تسريب خارج حلقات الباكم وان وجدت هذه الثغرات يجب ملئها باللحام أو باستعمال مادة الايبوكسى.
3. تقطع حلقات الاحكام بالأطوال المناسبة من أحبال الحشو على شاقة من نفس قطر عامود الطلمبة تفصل الحلقات عن الشاقة ويحتفظ بها نظيفة حتى لاتعلق بها الشوائب وتقلل من عمرها الافتراضى.
4. يتم تركيب حلقات الاحكام واحدة تلو الاخرى بعد ليها جانبيا لفتحها وسهولة انزلاقها فوق العامود داخل صندوق التعبئة ويراعى عدم وضع فتحة الحلقات على خط واحد ويجب أن تكون فتحة كل

حلقة تسبق الأخرى ب 90 أى متعامدة عليها لضمان منع التسرب . ويركب القفص فى منكانه الصحيح المواجه لفتحة دخول ماء التبريد .

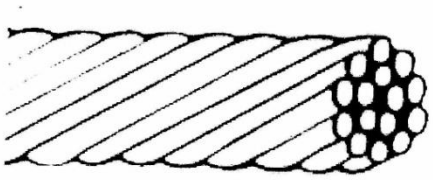
1. بعد تركيب أخر حلقة للبكم يدفع الجلاند فوقها وتربط مسامير تثبيته ربطا خفيفا ويلف عامود الطلمبة باليد للتأكد من عدم وجود أى إنحناء به .
2. لايجب تشغيل الطلمبة وهى خالية من السائل المنقول بل يجب ملئها أولا و كذلك فتح صنبور مياه تبريد الباكم وتفريغ الهواء .
3. تشغيل الطلمبة و السماح بمرور كمية تسريب كبيرة من الحشو و ربط مسامير الجلاند تدريجيا حتى تقل كمية التسريب إلى حد معقول يسمح بضمان إستمرارية عملية التبريد و لايجب منع التسريب تماما .

التدريب الداخلى للحشو(الباكم)

تصنيع أحبال الحشو الميكانيكى بأشكال عديدة لكل نوع مزاياه الخاصة و عيبوبه إذا قورن بالأنواع الأخرى ز وفيما يلى وصف لأربع أنواع رئيسية من الجدائل التى كانت تستعمل فيما مضى .

النوع الأول

تتكون جدائل الحشو من خيوط غزل منفصلة عن بعضها يتم ضمها إلى بعضها البعض وبرمها حول بعضها لعدد معين ثابت من اللغات لكل متر طولى ويمكن أن تكون هذه الخيوط على شكل اشرطة معدنية وتكون عادة دائرية المقطع وتشكل على هيئة مقاطع مربعة الشكل .

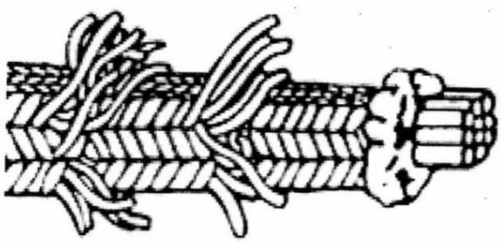


شكل (٥)

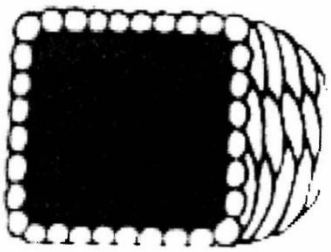
GEAR PUMIPS جدائل الحشو المعدنية المبرومة تستعمل بشكل دورى ككراسى تحميل لأعمدة الطلمبات ألترسية بالأضافة إلى وظيفتها الرئيسية فى منع التسرب.

النوع الثانى

وفيه تتكون جدائل الحشو من طبقات من الجدائل تعلو بعضها البعض او تتكون من قلب مادة مرنة تعلو طبقة من الجدائل ويكون هذا النوع من الحشو ذو كثافة متوسطة وعند تدعيمه باسلاك معدنية Blade Type Gate Valve يكون مناسبا لأستعماله مع محابس السكينة وذلك لوجودها فى وسط ذو ضغط عالى وسرعات منخفضة تصل إلى (2.8م/ث) كما يستخدم أيضا للطلمبات الترددية قديمة الطراز . شكل(6 و7 م /ث) والضغط المنخفض .



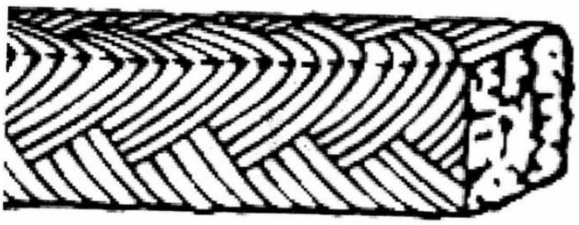
شكل (٦)



شكل (٧)

النوع الثالث

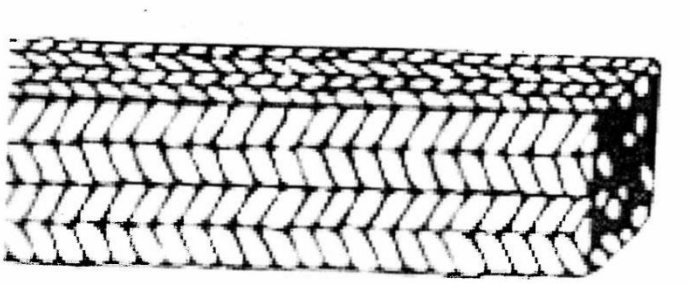
وفيه تتكون جدائل الحشو من جدائل مثنية أو مطوية وغالبا ما تكون عبارة عن صغيلاتين فقط أو جديلتين فقط شكل 8 وذات مقطع مربع أو مستطيل ومشبعة بكمية كبيرة من مادة التزييت ما يجعلها طرية وتناسب الرعات لالعالية و الضغوط المنخفضة (الطلمبات الدوارة الترددية و المحابس)



شكل (٨)

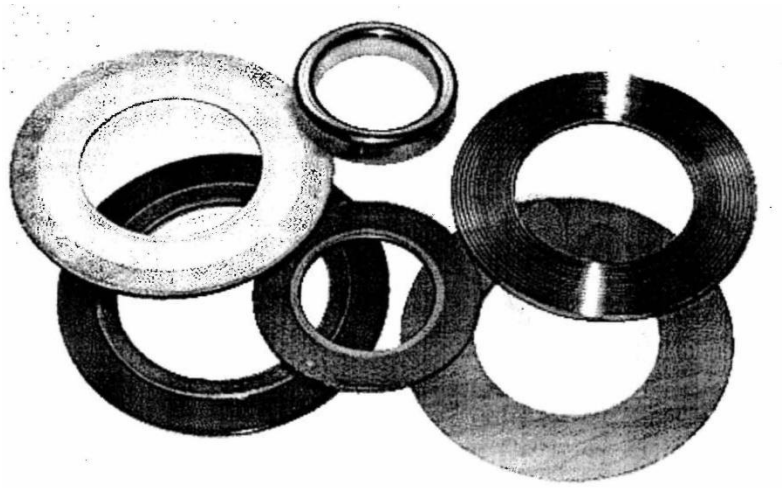
النوع الرابع

وفيه تتكون جدائل الحشو من جدائل متشابكة عادة ما تكون ثلاثة أو أربعة جدائل متداخلة ذات مقطع مربع وتستخدم مع الطلمبات الدورات الترددية و المحابس و المعدات الأخرى التى تتعرض لضغوط وسرعات عالية شكل 9 .



شكل (٩)

الـــــــــجوانـــــات



شكل (١٠)

السمات العامة للجوانات

- مقاومة عالية جدا لإجهاد الزحف**Creep**
- مقاومة عالية للمواد الكيماوية .
- مقاومة عالية جدا للبخار .
- مقاومة فائقة للأحمال الحرارية و الميكانيكية و ذات قابلية عالية للقطع (تفصيل شكل الجوان) .

تصنيع هذه الجوانات من ألواح جرافيت قابلة للتمدد و أنواع متعددة من ألواح الصلب المسطحة أو الشبكية التى تمتاز بثباتها الحرارى و قوى متناتها .

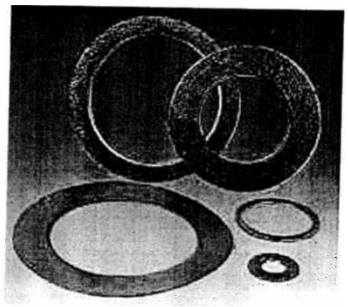
جـــــــــــدول 1

Reinforcing Material	Stability Under Compressive Stress	Temperature		Compressibility (%)	Recovery %	Gas Permeability cm3 /min	Scalability Thickness 1.5 mm	Sealing Constants	
		In Oxidizing Media	In Non-Oxidizing Media			Thickness 1.5 mm	N^2 m1/hr	"M" Factor	stress "Y" Mpa
		-10-450	-10-550	30-35	15-20	< = 0.8	30	3	62
				30-40	15-30	< = 0.8	60	2.5	28
				40-50	10-15	< = 0.4	35	2	6.2
				30-35	15-201	< = 1.0	70	3	34.5

ملاحظات :

يمثل المعامل " M" قيمة الضغط لزيادة حمل التجميع أو الربط على الجوان إلى قيمة تسمح بتوليد قوة طرفية تعمل على أحكام الجوان عند منطقة التسرب .

يمثل معامل " Y" القيمة الصغرى لإجهاد تطبيع الجوان فى مكانه و المرتبطة بمادة صنع الجوان يؤخذ هذا المعامل فى الأعتبار عند التجمع المبدئى للجوان .



شكل (١٢)

خواص الجوانات الأستطالية المصنوعة من الجرافيت

1. تثقب أو تقطع هذه الجوانات من ألواح من الجرافيت النقى القابل للتمدد و ألواح الجرافيت المدعمة وتزود بحلقة معدنية داخلية لحماية حافة الجوان الداخلى أو لايوجد بها هذه الحلقة .
2. ذات مقاومة عالية للتآكل الكيميائى .
3. تستخدم فى الضغوط العالية و المنخفضة .
4. ذات قوة متانة جيد جيدة و قابلية العودة لشكلها الطبيعى بعد إ نضغاطها .
5. توجد فى أشكال دائرية و أشكال هندسية و أشكال هندسية معقدة و تستخدم فى خطوط الأنابيب .

و المحابس و الطلمبات و أوعية الضغط و المبادلات الحرارية و المكثفات و المحركات و ضواغط الهواء و أنابيب العادم و ماكينات التبريد بشكل شائع .

أشرطة التليفون الأستطالية : " Expanded PTFE Sealant tapes "

شكل (١٣)

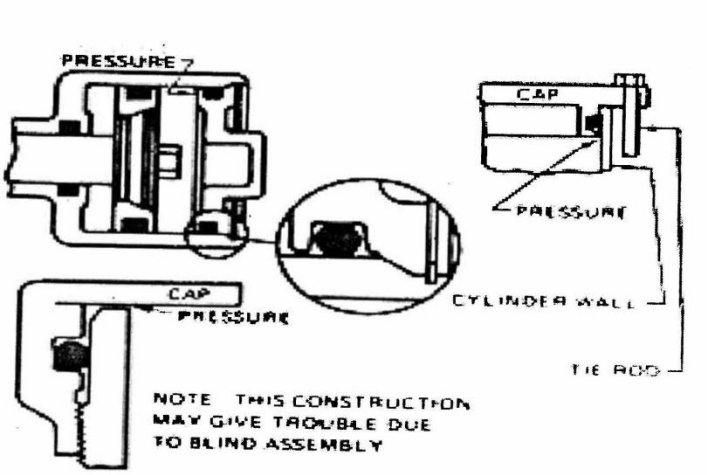
تصنع من ألياف التيفلون النقى PTFE وتساعد الألياف المتقاطعة على إعطاء شريط التيفلون المتانة الكافية للشد مما يجعله مناسبا و كأنه جوان ذاتى التشكيل . يتميز بعملية تركيب بسيطة و سريعة وله خاصية الألتصاق مما يسهل عملية التركيب و لايحتاج إلى عملية التركيب و لايحتاج غلى عملية تفصيل أو قص ليأخذ شكل المكان المراد تركيبه فيه وبالتالى يقلل من وقت التوقف يعمل عند درجات حرارة من 240م^{O} إلى + 240م^{O} ويقاوم تقريبا كل المواد الكيماوية من صفر إلى PH_{14}.

<u>موانع التسرب الساكنة الأنضغاطية</u>

يبين شكل 14 موانع التسرب القطرية الساكنة (O"Rings ") الأول عبارة عن مانع حلقى مضغوط " O ring" من النوع العادى مركب داخل غطاء السلندر الهيروليكى و يحتاج هذا المانهع إلى خلوص قطرى صغير لمنع تسرب السوائل ذات الضغوط العالية .

أما الثانى فمركب فوق حافة الأسطوانة ليقلل التكلفة والمسافة المطلوبة لتركيبه وعند ربط غطاء الأسطوانة و انضغاط المانع " O ring" يحدث به تغيير فى الشكل و يتفرطح فيصبح أكثر إحكاما .

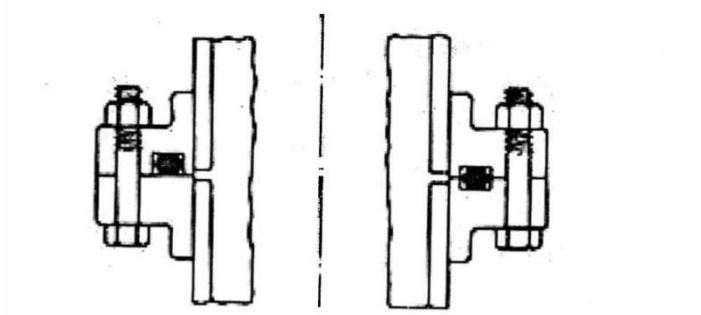
و ال O" ring" الثالث مركب داخل تجويف بغطاء الأسطوانة المجمع مع الأسطوانة بواسطة مسامير والتى بالتالى لاتتعرض إلا الإجهاد اللازم لعملية إحكام الضغط داخل الأسطوانة فقط دون تأثر بالمانع " O ring" .



شكل (١٤)

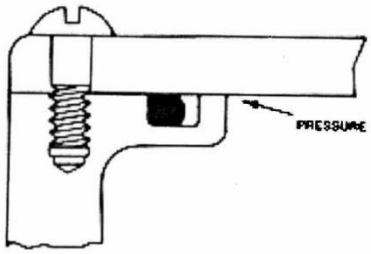
موانع التسرب المحورية أو الأمامية الساكنة

يبين شكل 15 هذا النوع من موانع التسرب والتى يمكن أن تمنع تسرب مانع يـــــصل ضغطـــه إلى 100,000 رطل /البوصة المربعة و لايحدث أنفعال لمسامير التجميع فى هذا النوع على عكس الأنواع الخرى من الجوانات النضغاطية ويتم ربط صواميل التجمع بقدر كافى كافى فقط لبقاء الفلاشات متلامسة .



شكل (١٥)

ويبين شكل ١٦ استخدام آخر لهذا النوع من السيلات وهو End Cap O-Ring



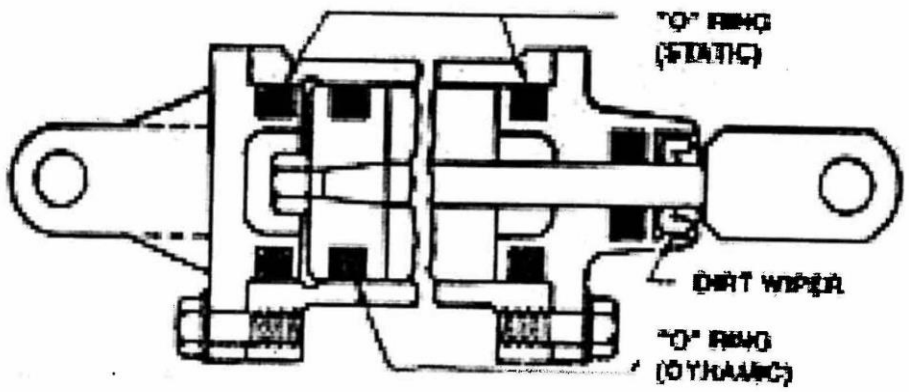
شكل (١٦)

موانع التسرب الديناميكية (الحركية)

وهى السيلات التى يمكن تركيبها بين جزء ثابت واخر متحرك او توجد حركة نسبية بينهما وتقسم الى:

1. موانع تسرب ترددية:

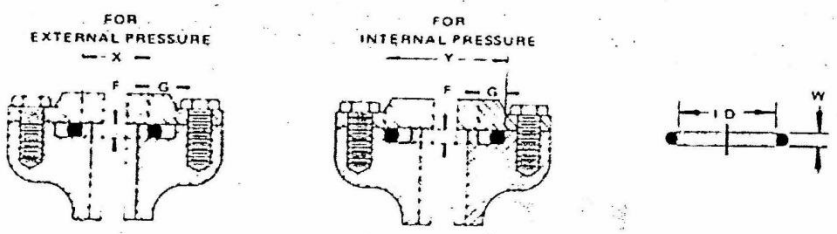
وهى السيلات التى تركب فى مكان ثابت وينزلق عليها جزء اخر ويتحرك بشكل ترددى (ذهاباً وايابا) كالاسطوانات الهيدروليكية فهناك حركة ترددية للبستم وعامود البستم داخل الاسطوانة لذلك لابد من وجود هذا النوع من موانع التسريب على البستم وكذلك الغطاء الطرفى للاسطوانة للحفاظ على الطغط داخلها كما هو موضع بالشكل 17.



شكل (١٧)

<u>الابعاد المناسبة لتجويفات موانع التسريب المستخدمة فى الفلاشات الحاكمة للسوائل</u>

يبين جدول رقم 2 وشكل 18 ابعاد تجاويف السيلات لهذا النوع من الاستخدام.

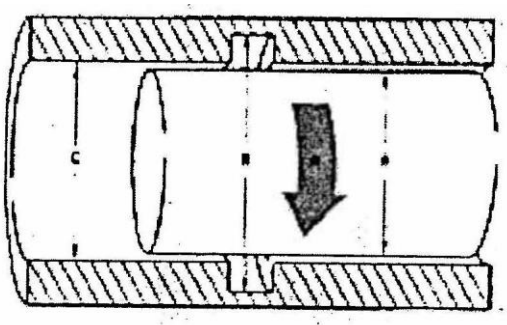


شكل (١٨)

O-Ring Series	O-Ring Width	Gland Depth	Gland Width	Minimum Squeeze
	W	F	G	
004 thru 050	.070 ± .003	.047 ± .003	.095 ± .003	.017
102 thru 178	.103 ± .003	.077 ± .003	.145 ± .005	.020
201 thru 284	.139 ± .004	.106 ± .003	.185 ± .005	.026
309 thru 395	.210 ± .005	.170 ± .005	.285 ± .005	.030
425 thru 475	.275 ± .006	.225 ± .005	.375 ± .005	.039

2. موانع التسرب الدوارة:

تقع هذة الموانع بين جسم ثابت واخر يدور حول محورة باستمرار داخل هذا الجسم الثابت كما هو موضح بالشكل رقم 19.

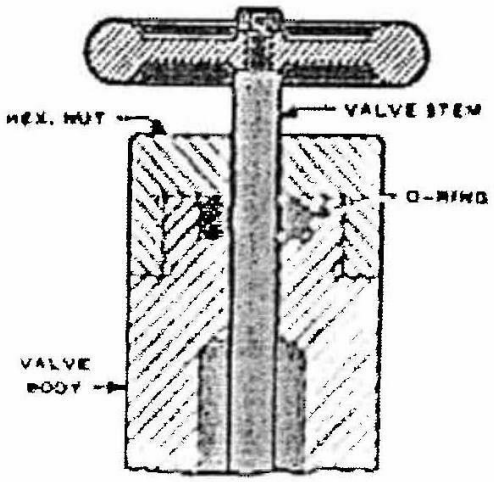


شكل (١٩)

ويكون مانع التسرب ملامساً دائماً للسطح الدوار مما يساعد على ظهور مشكلة ارتفاع درجة الحرارة كما انة يحتاج الى عملية تزييت مستمرة وتستخدم السيلات الحلقية O Ring فى هذا النوع من التطبيقات لسرعات تصل الى 600 قدم/دقيقة.

3. موانع التسرب الترددية الدورانية

توضح بين جسمين احدهما ثابت والاخر يدور داخلة حول محورة بطريقة ترددية اى تارة يدور يدوروا فى اتجاه عقارب الساعة واوضح مثال على ذلك هو مانع تسرب المحابس شكل 20.

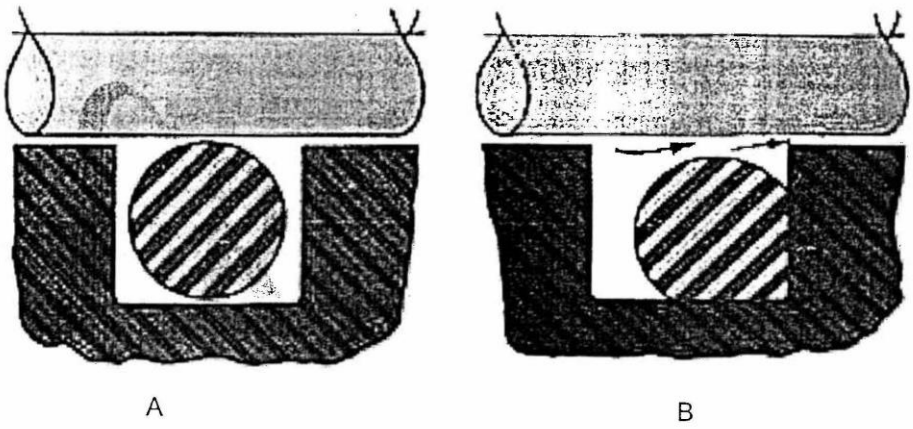


شكل (٢٠)

نظرية عمل مانع التسرب الحلقى O Ring

يتغير شكل السيل الحلقى عند تعرضة لضغط ميكانيكى (Squeeze) بفعل الاسطح المعدنية المتقابلة المحصور بينهما مما يعمل على الغاء الخلوص بين هذة الاسطح وبالتالى يمنع تسرب الغاز او السائل منها.

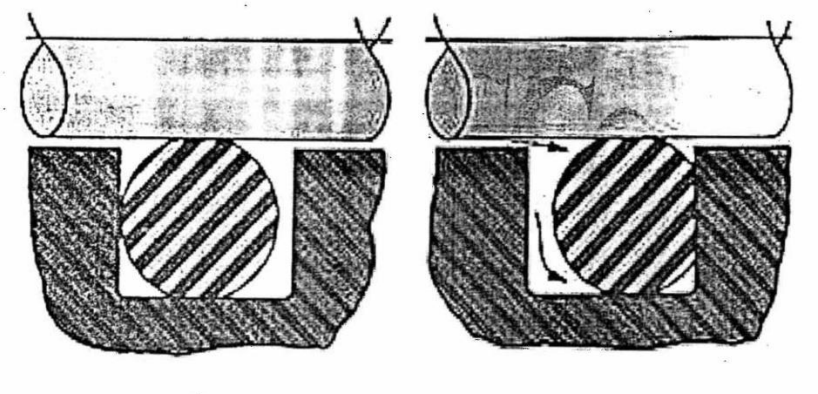
ويمكن ضغط O ring بواسطة جلاند من مادة مناسبة للسيل وذو تصميم يتناسب مع مكان تركيبة كما ان هناك اخر يتعرض لة O ring يتولد من السائل المراد عزلة. ويبين الشكل (A-20) وضع خاطى لتركيب ال O ring حيث انة مازالت محتفظاً بشكلة الدائرى ولم يتشكل داخل الفراغ الحاوى له لالغاء الخلوصات ومنع التسرب وعند تعرضة لضغط السائل يتغير شكلة قليلا ويسمح بوجود مسار لتسريب السائل كما هو فى شكل (B-21)



شكل (٢١)

ويبين شكل (C-22) التركيب الصحيح لO ring ويلاحظ من هذا الشكل ان الخلوص المتاح لتركيب الO ring اقل من قطرة مما يضمن انضغاطة عند التركيب وبالتالى يمنع التسريب ويبين شكل (D-22) وضع الO ring بعد تعرضة لضغط السائل مما يزيد من احكام زاد ضغط السائل كلما زاد ذلك من احكام O ring وعند تصريف ضغط السائل يعود الO ring الى شكلة لحظة التركيب دون ان يتعرض للتلف فهو مصنوع من مادة تتميز بهذة الخاصية resiliency ويصبح جاهزاً مرة اخرى لتعرضة للضغط داخل السائل. ويمكن تحسين منع التسرب بزيادة قيمة الانطغاط القطرى (اى زيادة النسبة بين الخلوص والقطر الخارجى لO ring) ولكن الى حد معين حتى

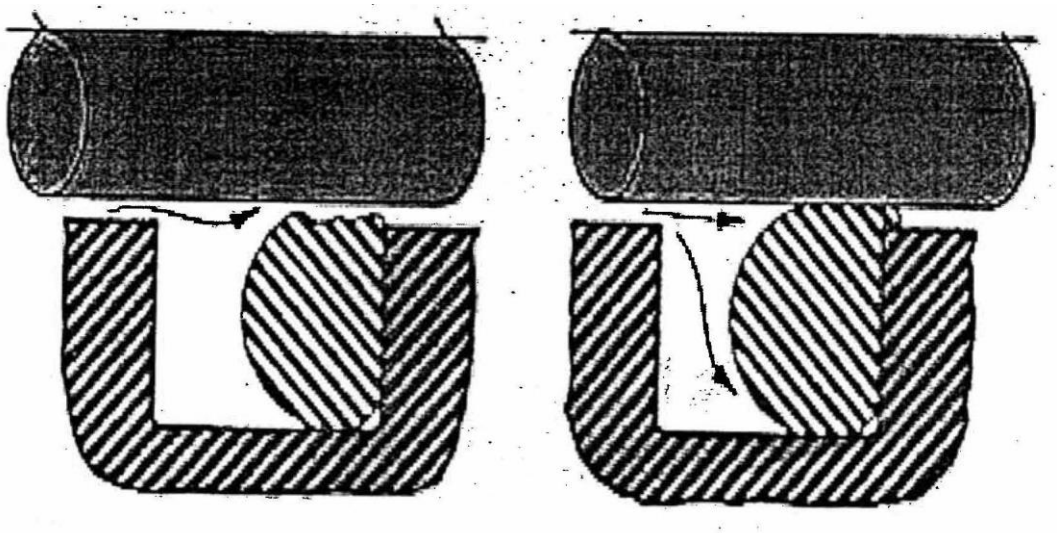
لايتسبب ذلك فى التاثير على كفاءة منع التسرب الدنياميكية اى بعد التعرض الO ring لضغط السائل.



شكل (٢٢)

عند ضغط الO ring داخل الخلوص الحاوى لة يتحول شكلة الى شكل حرف D ممايزيد من مساحة التلامس بنسبة 70-80% من مساحة المقطع الاساسية. وبذلك تتضاعف هذة المساحة تقريباً عما كانت علية الحالة قبل تعرض الO ring لضغط السائل مما يودى الى قدرة ال O ring على منع التسرب فى الاتجاهين.

ويوضح شكل (23 – E حالة الO ring عند تعرضة لتغير كبير فى الشكل غير مرغوب فية يؤدى فى النهاية الى تلف الO ring مع ملاحظة خروج جزء من المادة المطالبة O ring وتسللها الى الخلوص الضيق فيما بين السطحين ومع الزيارة فى قوة الضغط على الO ring يحدث انهيار لل O ring كما هو فى الشكل (F-23)



E

شكل (٢٣)

المبادى الفنية لموانع التسرب الميكانيكية (Mach. Seals)

أساسيات التشغيل

تستخدم موانع التسرب الميكانيكية اساساً فى منع التسرب فيما بين الاعمدة الدوارة والجسم الذى تدور داخلة كما ان الطريقة القديمة المستخدمة لمنع التسرب المتمثلة فى الحشو الميكانيكي ذات عيوب عديدة فهى عادة ما تحتاج الى التابعة الدورية والتغيير بصفة متتابعة عند تعرضها للتلف وتتسبب فى تاكل الاعمدة او الجلب كما لايمكن منع التسرب تماما لانها تحتاج الى كمية تسرب بسيطة لتتيح عملية التبريد والتزييت.

وتتغلب موانع التسرب الميكانيكية على جميع هذة العيوب ومتوفر بكميات متنوعة تناسب كماً هائلا من الاستخدامات والتطبيقات ورغم هذا التنوع فهى تتفق بصفة عامة فى اساسيات تصميم محددة.

كيف تعمل موانع التسرب الميكانيكية؟

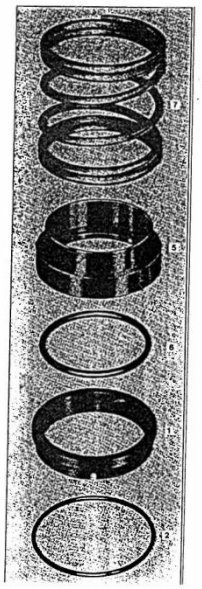
يجب التعرف اولا على المكونات الرئيسية لابسط انواع الموانع الميكانيكية قبل الخوض فى شرح نظرية عملها وهى كالاتى:

1. المانع الحلقى الثابت
2. حشو المانع الخلقى الثابت
3. المانع الحلقى الدوار
4. حشو المانع الحلقى الدوار
5. الياي (الزنبرك)

وتحدث عملية منع التسرب بفعل التلامس الجيد والمستمر لكل من المانع الحلقى الثابت والمانع الحلقى الدوار المتقابلين حيث تكون اسطح هذة الموانع مسطحة تماما وذات سطح فائق النعومة تجعل من عملية التسرب بيتها فى غاية الصعوبة مما يميز هذة الانواع عن غيرها فى كفاءة منع التسرب.

المانع الحلقى الدوار

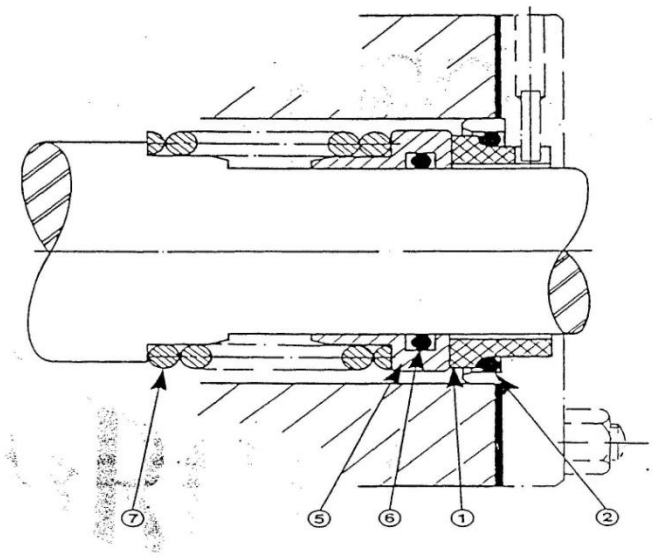
يدور بفعل العامود وعادة مايكون ذو سطح عالى الصلابة كما يوجد بة O ring يعمل كحشو مانع للتسرب بين المانع الدوار والعامود ويسمح له بحرية الحركة فوق العامود لضمان التلامس المستمر مع المانع الثابت. ويجب ان يكون العامود ذو سطح املس خالى من الندب والنتوءات شكل 24.



شكل (٢٤)

المانع الحلقى الثابت

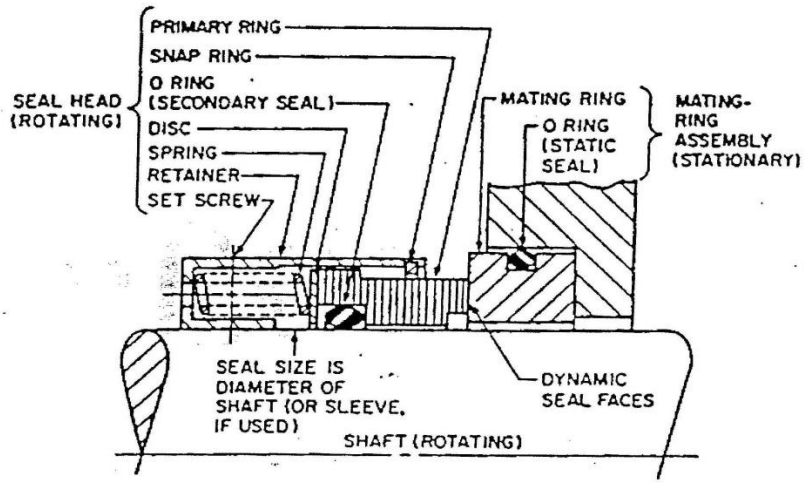
يصنع عادة من مادة كربونية يركب فوقها O ring (حشو المانع الحلقى الثابت) تعمل على منع التسرب بين المانع الثابت وجسم الجلاند وتوفر فى نفس الوقت وسادة للمانع الحلقى الثابت ومزود المانع الثابت بمجرى يسقط بها بنز التثبيت ليمنع دورانة شكل 25.



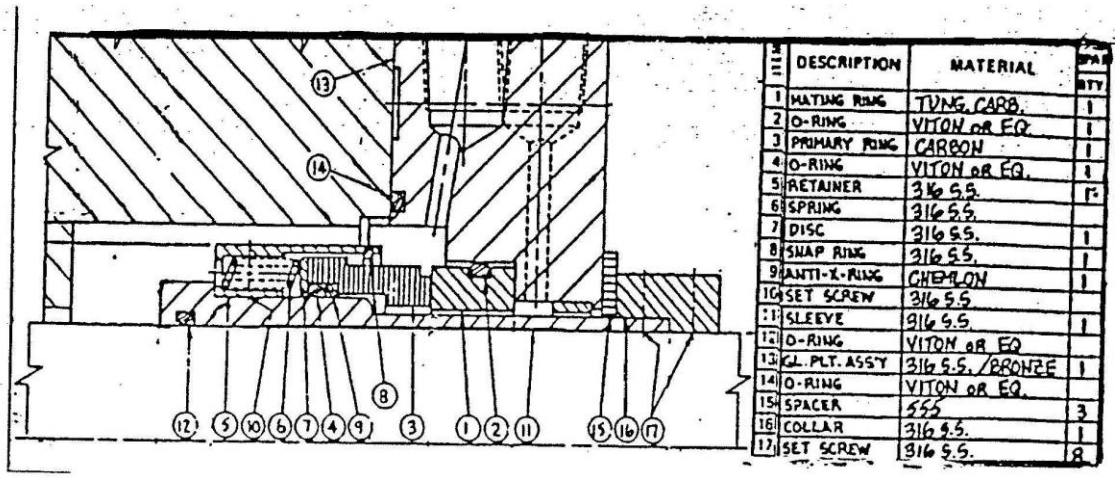
شكل (٢٥)

<u>الياي (الزنيرك)</u>

يعمل الياي على ضغط المانع الدوار جهة المانع الثابت باستمرار معوضا نسبة التاكل الحادثة فى سطح المانع الدوار. ويوجد نسبة تداخل (شحط) بين الياي والعامود من ناحية وبين الياي ورقبة المانع الحلقى الدوار من الجهة الاخرى نساعد على حرية اندفاع وارتداد الياي واما ان يكون الياي على شكل لولب حلزونى يمنى او لولب حلزونى يسرى ويتحدد الشكل اللولبى للياي على اساس طبيعة التشغيل اى اتجاة الدوران بحيث يظل دائما فى حالة انضغاطة حتى لايسمح بابتعاد المانع الدوار والمانع الثابت عن بعضهما وفى بعض الحالات يستخدم عدد من البيانات الصغيرة الموزعة بالتساوى على محيط مانع التسرب الميكانيكى.



شکل (۲۶)



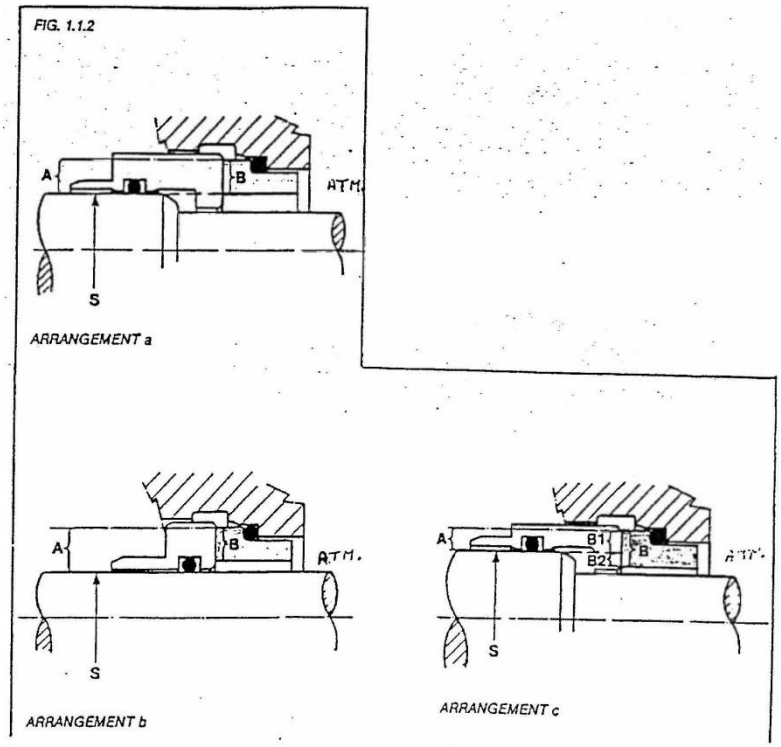
ITEM	DESCRIPTION	MATERIAL	QTY
1	MATING RING	TUNG. CARB.	1
2	O-RING	VITON OR EQ.	1
3	PRIMARY RING	CARBON	1
4	O-RING	VITON OR EQ.	1
5	RETAINER	316 S.S.	1
6	SPRING	316 S.S.	
7	DISC	316 S.S.	1
8	SNAP RING	316 S.S.	1
9	ANTI-X-RING	CHEMLON	1
10	SET SCREW	316 S.S.	
11	SLEEVE	316 S.S.	1
12	O-RING	VITON OR EQ.	
13	GL. PLT. ASS'Y	316 S.S. / BRONZE	1
14	O-RING	VITON OR EQ.	
15	SPACER	SSS	3
16	COLLAR	316 S.S.	1
17	SET SCREW	316 S.S.	8

شکل (۲۷)

الاتزان الهيدروليكي

يقضد بالاتزان الهيدروليكي في موانع التسرب الميكانيكية هو الاتزان الحادث بين ضغط السائل المراد منع نسربه والضغط الواقع علي المانع الثابت و الدوار بفعل قوة انضغاط الياي (ضغط التلامس)

و نقسم موانع التسرب الميكانيكي الي موانع تسرب متزنة و موانع تسرب غير متزنة و بديهيا يزداد ضغط التلامس بزيادة ضغط السائل و ذلك بواسطة قوة الياي و في حالة الموانع الميكانيكية غير المتزنة يكون مقدار ضغط التلامس مساوي لضغط السائل أو ربما اكبر منه و في حالة الموانع الميكانيكية المتزنة تساعد المساحات المحدودة للمناطق القطرية المعرضة للضغط الهيدروليكي (ضغط السائل) علي تقليل ضغط التلامس لقيمة اقل من ضغط السائل مما يقلل من الضغط علي سطح التلامس لتسمح بتواجد طبقة من المانع أكثر سمكا بين سطحي التلامس مما يقلل الاحتكاك و يمنع تولد درجة الحرارة في منطقة التلامس لهذا تعتبر موناع التسرب الميكانيكية المتزنة أفضل من مثيلاتها غير المتزنة و يصمم مانع التسرب الميكانيكي المتزن بحيث يصل الي اقلا ضغط تلامس ممكن و الكافي لمنع التسرب بفاعلية بين أسطح التلامس. و توجد موانع التسرب الميكانيكبة في ثلاثة أشكال كالاتي.



الشكل (٢٨)

الشكل (Pls Yasser)

مساحة التلامس B معرضة بالكامل خارج قطر منع التسرب S و مساحة البستم الهيدروليكي A اكبر من مساحة التلامس B و في هذه الحالة تكون نسبة ضغط التلامس غلي ضغط السائل اكبر من 100 % طبقا للنسبة بين A إلي B فيكون ضغط التلامس أكبر من ضغط التلامس أكبر من ضغط التلامس أكبر من ضغط التلامس أكبر من ضغط السائل مما يدل علي أن هذا المانع النوع غير المتزن شكل (28-b)

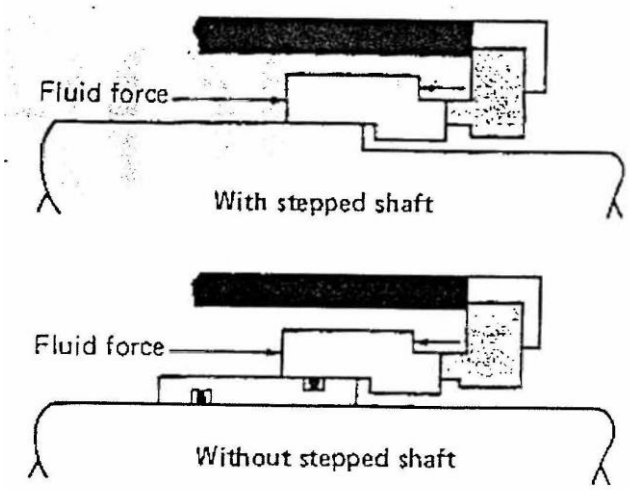
الشكل (C)

يبين العلاقة بين معظم موانع التسريب الميكانيكية المتزنة فهناك جزء من مساحة التلامس B معرض خارج قطر منع التسرب الفعال S يسمي (B) و تكون المساحه (B) مساوية لمساحة البسم الهيدروليكي Aأما المساحة الباقية من مساحة التلامس B2 تقع داخل قطر منع التسرب الفعال S لذلك فإن B=B2+B1 و يكون ضغط التلامس أقل من ضغط السائل المراد منع تسربه طبقا للنسبة بين المساحتين بمعني أن :

$$\frac{B1}{B1+B2} = \frac{A}{\mathrm{B}}$$

و هذه القيمة تعبر عن درجة اتزان مانع التسرب كنيبة مئوية.

التصميم المدرج لمانع التسريب الميكانيكي و الموضح بالشكل رقم 30 حيث يوجد تدرج بالقطر الخارجي للمانع الحلقي الدوار من الجهة الأمامية يتبح كمية معينة من السائل المتدفق في اتجاه عكسي و يولد قوة عكسية علي الجزء الخلفي للمانع الميكانيكي تقوم هذه القوة بتقليل ضغط التلامس الواقع علي مانع التسرب بين سطحي التلامس مما يساعد علي زيادة العمر الافتراضي و يحسن من عملية التزييت الملائمة لسطح التلامس بزيادة سمك الطبقة الرقمية لمادة التزييت (Oil Film Thickness)

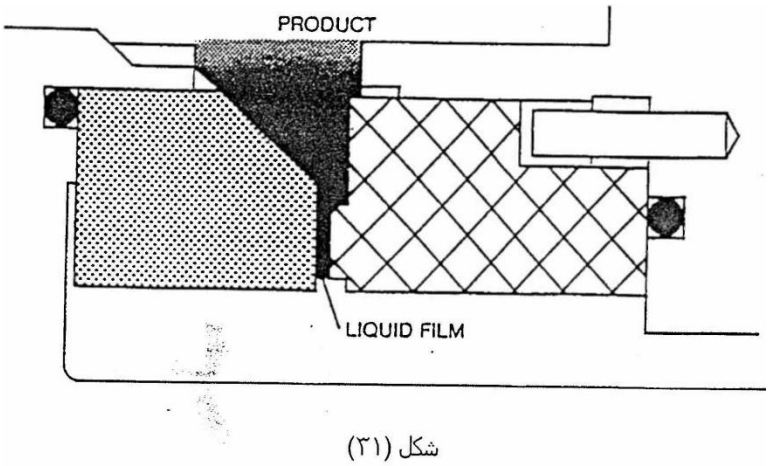


شكل (٣٠)

أهمية ثبات طبقة التزييت

لضمان استمرارية عمل مانع التسرب الميكانيكي بشكل صحيح و لفترة تشغيل طويلة يراعي وجود طبقة الزيت الرقيقة بين سطحي التلامس المتقابلين و عند اختفاء هذه الطريقة لأي سبب من الأسباب يؤدي ذلك إلي حدوث تأكل حاد يؤدي الي تلف المانع سريعا.

و في بعض الحالات الخاصة تستبدل طبقة الزيت بطبقة الغاز.



شكل (٣١)

ظاهرة التبخر عن درجة الحرارة العالية أو التشغيل الجاف

السبب الشائع لانهيار و تلف موانع التسرب الميكانيكية يتمثل في فقدان طبقة الزيت بين السطحين المتلامسين و قبل انهيار هذه الطبقة تنبعث دفعات من الأبخرة كل عدة ثوان و يحدث لطبقة الزيت في مساحات محدودة منها مما يؤدي إلي انفراج بين سطحي التلامس و حدوث التواء مؤقت بينما تزداد درجة حرارة لتزيد من معدل التبخر فتنا صعد كمية أخري من البخار ويتكرر حدوث ذلك باستمرار في هذه المرحلة تتلف حواف الجزء الكربوني الثابت (المائع الحلقي الثابت) بسبب التواء المائع الحلقي الدوار. و يحدث الانهيار التام لطبقة الزيت في حالة التشغيل الجاف لمانع التسرب فيحدث تأكل و خدوش عالية لمانع الحلقي الثابت و الدوار و يصبح شبيه بالجرامافون

<u>التدوير</u>

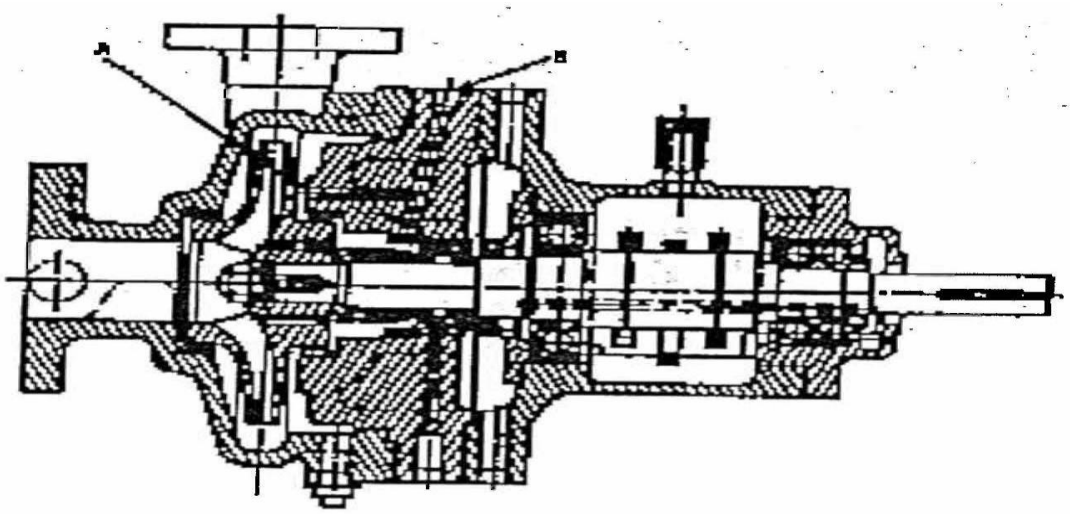
تعتمد فكرة الحفاظ علي سلامة مانع التسرب الميكانيكي لأطول فترة تشغيل ممكنة علي التخلص من الحرارة المتولدة فمنطقة تواجد مانع التسرب و يمكن تحقيق ذلك بعمل دورة تبريد من المائع المنقول خلال العملية بحيث تمر فوق مانع التسرب لتقليل درجة الحرارة و تفيد هذه العملية أيضا في إزالة الشوائب و الرقائق الصلبة بعيدا عن مانع التسرب. و يتم التحكم في درجة حرارة دورة التبريد باستخدام الفواصل المبردات Coolers أو الساخنات Heater و تنظيف مانع دورة التبريد باستخدام

الفواصل Separators أو المصافي Strainers . وباستخدام هذه الوسائل يمكن الحفاظ علي مانع التسرب الميكانيكي أطول فترة تشغيل ممكنه.

تدوير مائع التبريد داخل موانع التسرب الميكانيكية الفردية

إن المطلب الرئيس لإزالة الحرارة المتولدة داخل مانع التسرب بواسطة دورة التبريد يتمثل في ضرورة مرور مائع التبريد حول أو فوق أسطح تلامس مانع التسرب و في معظم موانع التسريب. يتم دفع مائع التبريد مباشرة فوق سطحي التلامس مما يساعد علي إزالة درجة الحرارة مصدر تولدها.

كما يمكن مائع التسرب فوق مكان الياي (الزنبرك) لطرد الشوائب و الدقائق الصلبة بعيدا عن منطقة التلامس



شكل (٣١)

طرق تدويرمائع التبريد في موانع التسرب المزدوجة و الترادفية (المتعددة

و يتم ذلك لإدي الطرق الاتية:-

- بواسطة تدوير سائل منع التسرب
- بواسطة تعويض كمية السائل المتسربة

- بواسطة التبريد لازالة الحرارة المتولدة داخل مانع التسرب
- بواسطة زيادة ضغط نظام التبريد للموانع المزدوجة و المتعددة

تدوير سائل التسرب

أ. بواسطة استخدام طلمبة تعمل علي صمام تصريف و غعادة سائل منع التسرب الي خزان مفتوح موصل بفتحة سحب الطلمبة.

ب. بطريقة السيفون الحراري المكون من ساقين رأسيين يوجد فرق في الارتفاع و تدرج في درجة الحرارة داخلها مما يساعد علي حدوث سريان بين غرفة مانع التسرب ووعاء التجميع.

ج. باستخدام طلمبة صغيرة داخل نظام تدوير ذو ضغط عالي.

د. باستخدام مروحة أو حلقة ضخ مثبته علي الجزء الدوار لمانع التسرب و في هذه الحالة تكون المروحة مدمجة مع الجزء الدوار كقطعة واحدة و تسمي شكل W

وسائل التعويض

و تعمل علي تعويض سائل دورة التبريد عند حدوث نقص به ضمان استمرارية عملية التبريد بشكل أتوماتيكي و تغيير سوائل منع السرب الملوثة بالشوائب

وسائل التبريد

هناك أربعة وسائل رئيسية للتبريد

أ. باستخدام مبرد مياه يقوم بتبريد مائع منع التسرب المتدفق داخل الدائرة

ب. باستخدام مبرد هواء

ج. باستخدلم تانك تجمبع مغلق بداخله سربنتينه تبريد

وضع مانع التسرب الميكانيكي في وسط ذو ضغط عالي

يتحقق ذلك بأربعة طرق:

أ. بواسطة البخار المتولد من المانع تحت درجة حرارة الجو
ب. بضغط خزان تجمبع صغير باستخدام الغاز الطبيعي من مصدر خارجي
ج. باستخدام آداه تحكم في الضغط و التي تقوم بضغط سائل مانع التسرب
د. باستخدام طلمبة لضغط و تحريك سائل منع التسرب

شروط اختيار موانع التسرب الميكانيكية

شروط اختيار سائل منع التسرب

هناك شرطان لاختيار سائل منع التسرب بين الأسطح المتلامسة وهما أن يكون سائل ذو خواص مستقرة وأن يكون له القدرة علي عملية التزييت بقدر مقبول و يفضل استخدام أحد السوائل الموضحة بجدول 3

Sealant	Temperature Range
Propanol	120 deg C to ;- 90 deg C
Methanol or Propanol	90 deg C to -30 deg C
Kerosene or Hydraulic Oils	30 deg C to 20 deg C
Light Oil or Gas Oil	20 deg C to 200 deg C

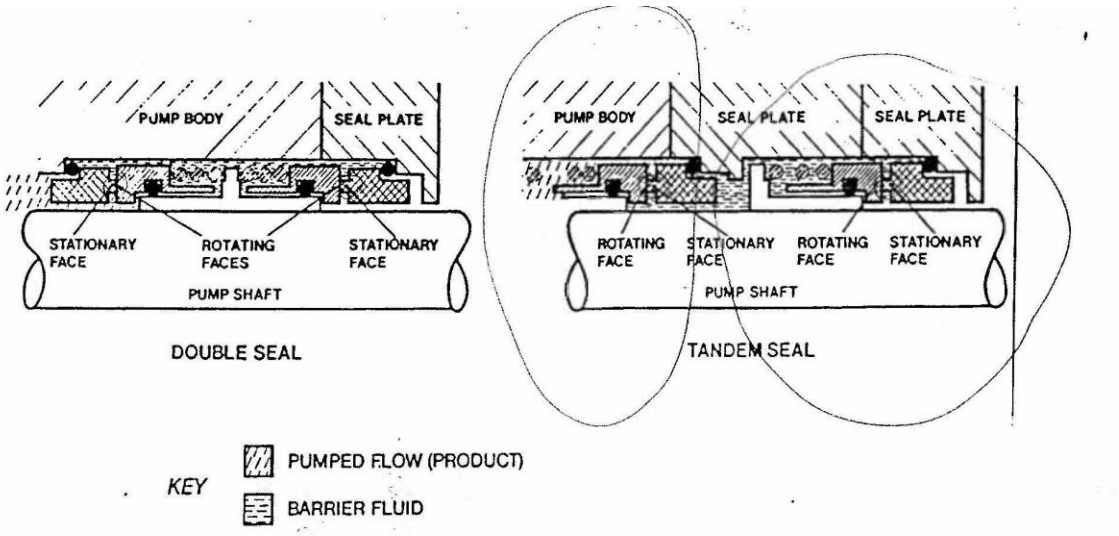
جدول 3

وفي حالة موانع التسرب المزدوجة و المتعددة (الترادفية) يستخدم خليط من هذه السوائل و السائل المنقول بواسطة الطلمبة. و يجب أن تكون هذه السوائل متوافقة او تلائم المنقول. ويجب ان يكون ضغط مائع منع التسرب اكبر من ضغط المائع المراد منع تسربه و يجب أن تكون قيمة هذا الضغط أعلي من ضغط مائع منع التسرب بفارق 2 بار علي الأقل و ذلك بالنسبة لموانع التسرب المزدوجة. أما موانع التسرب المتعددة (الترادفيه) فيجب أن يكون الضغط ذو قيمة أقل لمنع وصول الشوائب الي منطقة أسطح التلامس

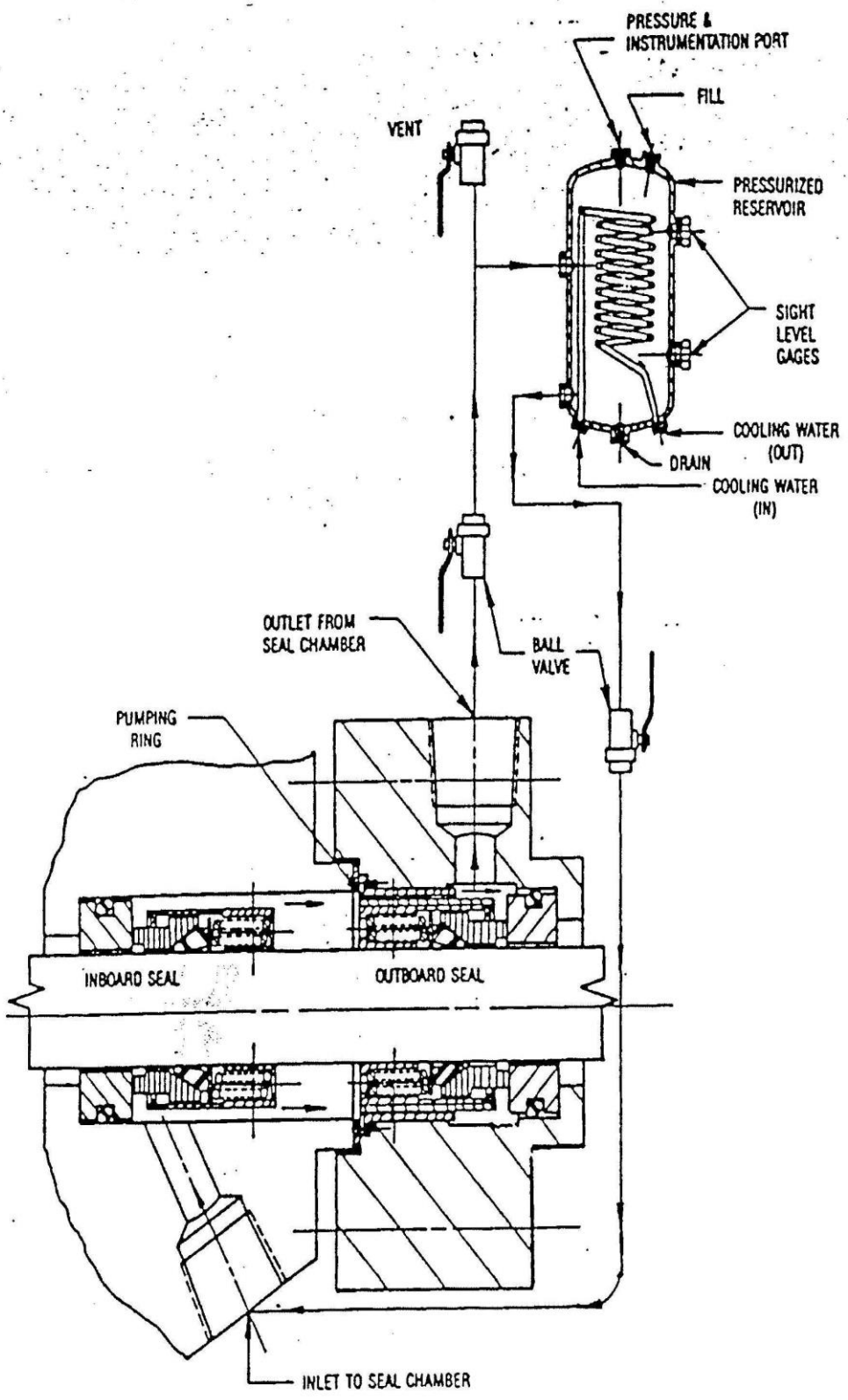
اختيار موانع التسريب الميكانيكية المزدوجة و الترادفية

نظرا لطبيعة تصميم الموانع المزدوجة و التي تكون مثبتة بداخل جسم خارجي أو صندوق تعبئة فمن الممكن أن بضغط قبل تركيبة داخل الطلمبة و يجب الحفاظ علي الضغط داخل مانع التسرب لمدة لا تقل عن 30 دقيقة فظهور اي انخفاض في الضغط بعد هذه المدة يمكن ان يحدث بعض التسريب من احد موانع التسرب يكون مواجها للمائع النقول خلال الطلمبة لذلك يتم ضغطه بغرض اختباره بعد

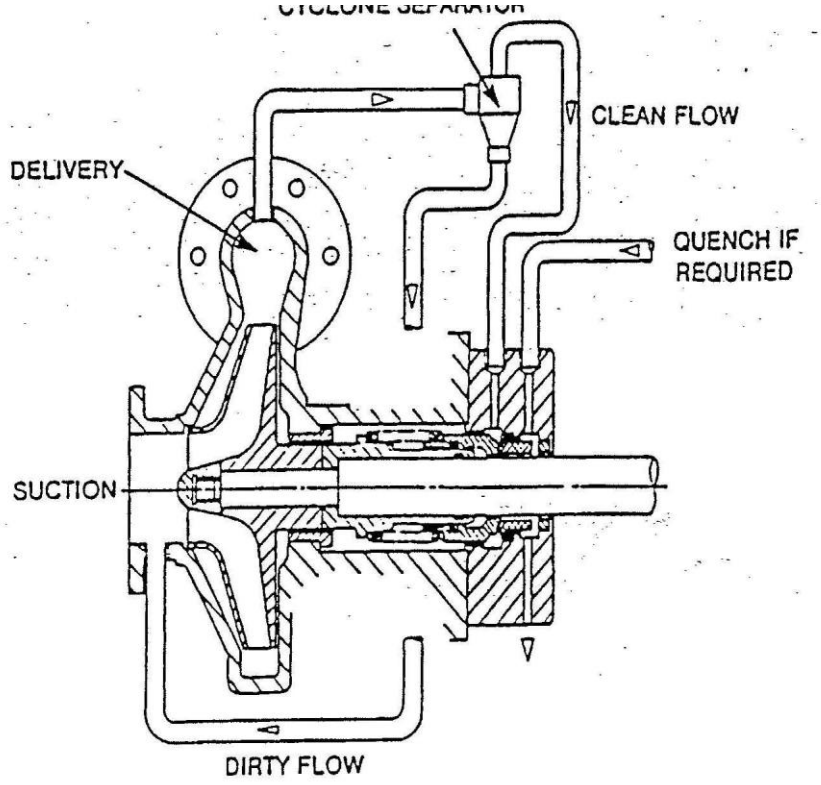
تركيبة و بضغط كل من مانع التسرب و الطلمبة في نفس الوقت لاتمام عملية الاختبارلمانع التسرب و يجب أن يكون ضغط الاختبار مساويا غلي الأقل لضغط مائع منع التسرب

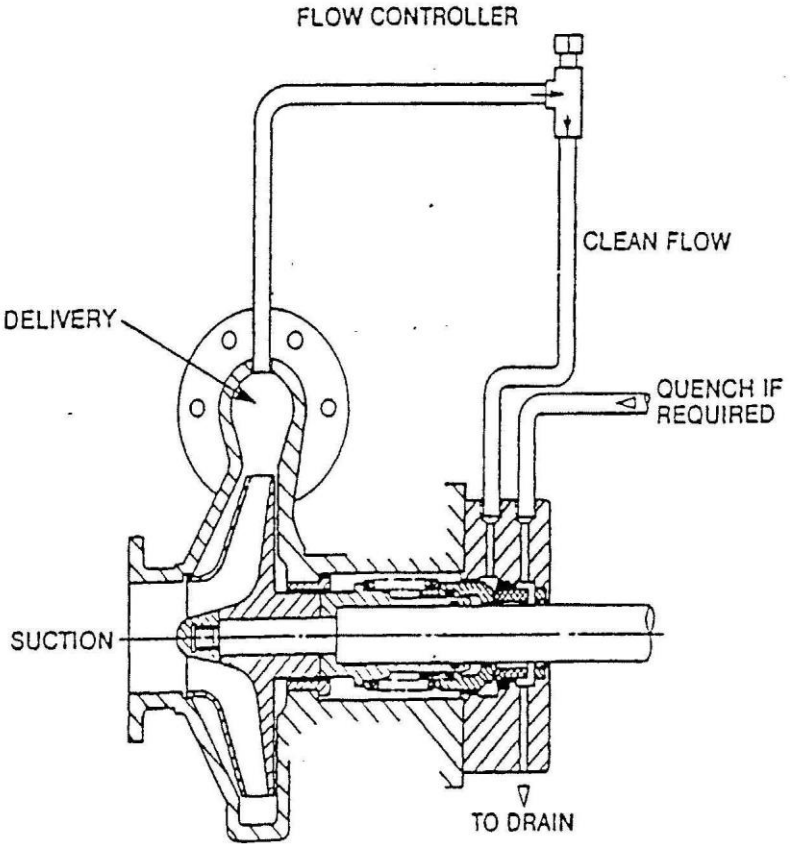


الشكل (٣٢)


PRESSURE &
INSTRUMENTATION PORT
FILL
VENT
PRESSURIZED
RESERVOIR
SIGHT
LEVEL
GAGES
COOLING WATER
(OUT)
DRAIN
COOLING WATER
(IN)
OUTLET FROM
SEAL CHAMBER
BALL
VALVE
PUMPING
RING
INBOARD SEAL
OUTBOARD SEAL
INLET TO SEAL CHAMBER

شکل (۳۳)


CLEAN FLOW
DELIVERY
QUENCH IF
REQUIRED
SUCTION
DIRTY FLOW


FLOW CONTROLLER
CLEAN FLOW
DELIVERY
QUENCH IF
REQUIRED
SUCTION
TO DRAIN

شكل (٣٤)

تركيب مانع التسرب الميكانيكي

تدل تقارير تحليل انهيار موانع التسرب الميكانيكية على أن أغلب أسباب تلف وانهيار هذه الموانع ينتج عن المشاكل الموجودة بالطلمبة أو المعدة المركب بها مانع التسرب أو بمعنى أخر بسبب الاهتزازات أثناء التشغيل وعدم سنترة أو ضبط محاور الأجزاء المتقابلة.

والجزء التالي يبين طرق الكشف على المعدة وفحص أجزائها لضمان أطول فترة تشغيل لمانع التسرب.

عدم استقامة الطلمبة مع الجزء المحرك لها (الموتور)

يعتبر ضبط استقامة الطلمبة مع موتور تشغيلها من أهم العوامل المؤثرة على كفاءة التشغيل القصوى والتي تقلل من وقت الصيانة والأعطال الطارئة وهي في الواقع عبارة عن ضبط محاور الطلمبة والموتور بحيث تكون على خط واحد ولا يوجد أي انحراف رأسي أو أفقي بينها مما يؤثر قطعا على عمل مانع التسرب بكفاءة. كما تؤثر أيضا على عمل رولكان البلي وتقلل من فترة تشغيله، وعدم ضبط استقامة هذه المحاور يؤثر على الأسطح المتلامسة بمانع التسرب ويسبب تآكلها وزيادة الاحتكاك بها لأنها تصبح غير متوازية تماماً.

اللامركزية

وتعني عدم تطابق محور عامود دوران الطلمبة مع محور جسم الطلمبة حيث يوجد بينها ترحيل يؤدي إلى النتيجة السابقة وحدوث انهيار لمانع التسرب.

ضبط استقامة الأعمدة على الساخن

نتيجة لتداول الموانع الساخنة وخلافه وكذلك عدم تشغيل الطلمبات لفترات طويلة يحدث تمدد لأجزاء الطلمبة عند درجة حرارة التشغيل خارج الحد المسموح به لذلك يوصى بإعادة ضبط الاستقامة مرة أخرة بعد ايقاف الطلمبة مباشرة حتى لا تفقد حرارة التشغيل وضبط ارتفاع لينات ضبط الاستقامة وبعض الشركات المنتجة للطلمبات تعطي قيم الاستقامة أو التمدد عند درجة حرارة معينة.

الانفعال الواقع على الطلمبة بفعل خطوط الأنابيب

عند تكرار أجزاء ضبط الاستقامة بدون فك وصلات الأنابيب المركية على فتحتي السحب والطرد للطلمبة يقع انفعال على جسم الطلمبة بتأثير وصلات الأنابيب مما يؤثر على عملية ضبط الاستقامة والإجراء المتبع في هذه الحالة هو فك وصلات السحب والطرد ثم القيام بعملية ضبط الاستقامة وترك مبين قياس الخلوص ثم تركب وصلات الطرد والسحب مرة أخرى. فإن حدث أي اهتزاز لمؤشر مبين القياس يتم قطع وصلات السحب والطرد ولحامها من جديد لتعديل وضعها ليلائم وضع تركيب الطلمبة لتفادي هذه المشكلة.

أسباب انهيار موانع التسرب الميكانيكية

فحص أجزاء مانع التسرب وطبيعة التسريب الحادث بع بالعين المجردة يعطي مؤشرا عن نوع العطل الذي حدث له والتعرف الدقيق على العطل يمكن تحديده عن طريق الفحص الدقيق لأجزاء مانع التسرب أثناء عملية القك وربما يمكن تحديد مسار التسرب الحادث به أيضاً.

التبخر

يحدث عند تولد درجة الحرارة بين أسطح التلامس وعدم إزالتها بالتبريد وحدوث غليان للسائل الموجود بمنطة التلامس في مناطق محددة منها ويمكن تحديد هذا العطل عند ملاحظة ضوضواء خفيفة متقطعة.

التشغيل اللاجاف

يحدث عند عدم وجود كمية كافية من طبقة التزييت الرقيقة بين الأسطح المتلامسة

مواد صلبة عالقة بالسائل المنقول

عند احتواء السائل المنقول خلال الطلمبة على مواد صلبة تعمل على تآكل الأجزاء المعدنية يؤدي ذلك إلى اختراقها المنطقة التلامس وتعمل على تآكلها وتلف مانع التسرب سريعاً.

الرواسب الطينية والمتماسكة

ترتبط هذه الروابط بالموانع عالية اللزوجة حيث تلتصق بأسطح الاتلامس وتسبب انهيار مانع التسرب

التماسك

تحدث هذه الظاهرة عند التصاق سطحي التلامس نتيجة لتوقف الطلمة لفترات طويلة وعند إعادة التشغيل ونتيجة لهذا الالتصاق تتنتزع بعض أجزاء السطح الكربوني لمانع التسرب وتسبب تلف هذا السطح وحدوث الاحتكاك والتآكل لكل السطحين ويحدث تسريب من خلال مانع التآكل.

التآكل الميكانيكي للمانع الكربوني

تحدث هذه المشكلة عندما يحتوي السائل المنقول على مواد صلبة تساعد على حدوث التآكل أو البري أو عندما يكون فرق كمية تدفق سائل مانع التسرب كبير بين الدخول والخروج لمانع التسرب.

تشوه أسطح التلامس

ويتسبب ذلك في حدوث تسريب من خلال مانع التسرب الميكانيكي.

كسر في مانع التسرب الكربوني

ويحدث في موانع التسرب الميكيانيكية التي يوجد بها O" Ring" من التليفون PTFE عندما يتحرك بنز تثبيت المانع الحلقي الثابت عند إعادة التجميع.

خروج الـ O Ring من مكانه

يحدث ذلك عند خروج جزء من المانع الحلقي O Ring وتسربه إلى منطقة الخلوص الضيقة بين العامود وجسم مانع الترسب وذلك نتيجة لاستخدام قوة ضغط زائدة عند التركيب.

الاهتزازات

تتسبب الاهتزازات في تغيير قيم الخلوصات على جانبي المانع الحلقي O Ring في المانع الحلقي الدوار لمانع التسرب ويتسبب في تهتك السيل.

تشوه الياي (الزنبرك) أو حدوث كسر به

ويحدث ذلك عند تركيب الياي في وضع خاطيء أو دورات عامود الطلمبة في عكس الاتجاه الصحيح أو عند التصاق الأسطح المتلامسة أو وجود رواسب طينية في منطقة التلامس.

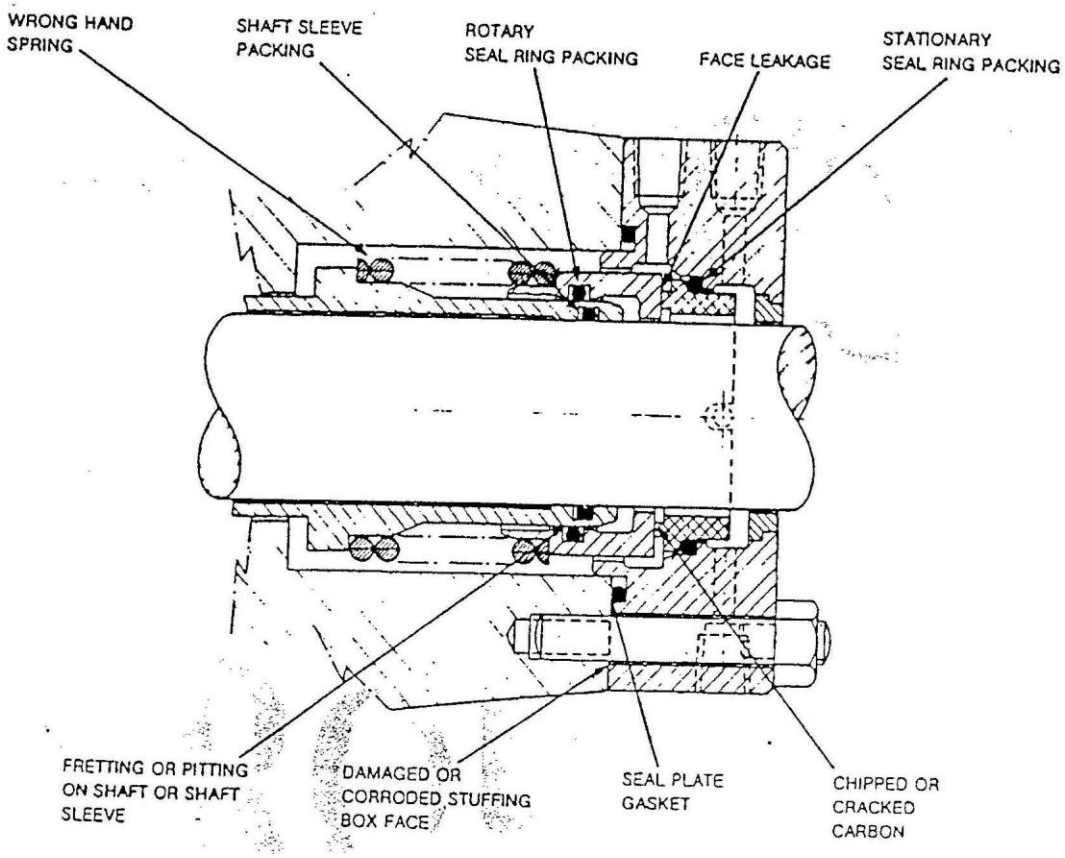
قائمة تحديد أسباب التسريب دواخل موانع الترسب الميكانيكية

الأعراض	الأسباب المحتملة	طرق العلاج
وجود بصق على شكل رزاز أو بقبقة بمانع التسرب أثناء التشغيل	تبخر مانع التسرب بين أسطح مانع التسرب المتلامسة	زيادة معدل تبريد أسطح الاتلامس بإضافة خط تبريد خارجي أو توسيعه إذا كان موجودا
خروج قطرات من السائل بمعدل منتظم خارج مانع التسرب	• عدم استواء أسطح التلامس وتحببها (حبيبية السطح) • تشوه حراري للأسطح	• الكشف على خطأ في التركيب يسبب اختلاف كفاءة خط التبريد الإضافي • فحص الجلاند لحدوث تشوه به ناتج عن الرابط الزائد لمسامير الجلاند • فحص جوان شفة الجلاند وتنظيف أسطح التلامس من الدقائق الصلبة وعمل رودية لأسطح التلامس إذا كانت هناك ضرورة لذلك مع فحص أسطح الاتلامس للتأكد من عدم وجود شروخ أو خدوش بها
	• حدوث شروخ أو خدوش بموانع التسرب الثانوية أثناء التركيب – تصلب أو هشاشة لموانع التسرب الثانوية تعرض موانع التسرب لمود كيماوية تجعلها طرية	• تغيير موانع التسرب الثانوية

	وملتصقة	
	• تلف الياي (الزنبرك) نتيجة لتآكل آلية تحريك الياي	• تغيير الأجزاء التالفة
يصدر مانع التسرب صوت يشبه الصريخ أو الصفير أثناء التشغيل	• كمية سائل التزييت لأسطح التلامس غير كافية	• إضافة خط تبيرد خارجي إذا لم يكن موجودا • توسيع خط التبريد الخارجي وعمل ثقوب بشفة الجلاند
تراكم الأتربة على السطح الخرجي لحلقة الجلاند	• كمية سائل التزييت لأسطح التلامس غير كافية وتبخر طبقة السائل بين أسطح التلامس	• إضافة خط تبريد خارجي إذا لم يكن موجودا • توسيع خط التبريد الخارجي وعمل ثقوب بشفة الجلاند • التأكد من التقييم الصحيح لمانع التسرب من خلال المصنِّع إذا وجد ضغط عالي للسائل داخل صندوق التعبئة
وجود تسريب بمانع التسرب	• لا توجد أسباب متوقعة لذلك	• انظر قائمة خروج قطراتا من السائل بمعدل منتظم • الكشف على صندوق التعبئة للتأكد من عدوم تحوله للشكل المربع بالنسبة للعامود • ضبط استقامة المروحة والعامود ورولمان البلي لتفادي حدوث الاهتزازات

		وتشوه شفة الجلاند
العمر الفتراضي لمانع التسرب قصير	• مائع يحتوي على شوائب تعمل على تآكل أجزاء المانع	• منع تراكم الشوائب عن أوجه التلامس إضافة • إضافة خط تبريد خارجي إذا لم يكن موجودا • استعمال فاصل شوائب أو فلتر
	• ارتفاع درجة حرارة تشغيل مانع الترسب بشكل كبير	• زيادة تبريد أوجه التلامس • زيادة كمية السائل المتفق خلال خط التبريد الخارجي • التأكد من عدم وجود انسداد بخطوط التبريد
	• توقف الطلمبة عن العمل	• ضبط الاستقامة • الكشف على مانع التسرب للأتد من عدم وجود تآكل بالعمود أسفله

POSSIBLE LEAKAGE PATHS
FROM A STANDARD BALANCED SEAL



API 682 Code for Mechanical Seals

يهتم API 682 بتحديد استخدامات موانع التسرب الميكانيكية في الصناعات البترولية والكيميائية، وتم صياغة الكود في البداية عام 1994 بغرض ايجاد حلول تطبيقية لتطبيقات التسرب الشائعة آنذاك في معامل التكرير.

يعمل كود API 682 على تقسيم وتصنيف موانع التسرب الميكانيكية كما يلي:

1) من حيث الفئة Category
   - الفئة 1
   - الفئة 2
   - الفئة 3
2) من حيث النوع Type
   - النوع A
   - النوع B
   - النوع C
3) من حيث الترتيب والتكوين Arrangement & Configuration
4) الترتيب 1
5) الترتيب 2
6) الترتيب 3

على سبيل المثال:

مانع التسرب **C2 A1 A 3161** تم تحديده طبقا للأتي:

- ✓ الفئة 2 : حتى 41 بار، 400 °
- ✓ الترتيب 1: مانع تسرب واحد لكل وحدة
- ✓ نوع مانع التسرب A: متوازن، داخلي
- ✓ خطة API: الخطة 31 والخطة 61

Abbreviations الاختصارات

C2 = Category 2

A1 = Arrangement 1

A = Type A

3161 = Plan 31 & 61

Smith Group, John Crane

يمثل John Crane أحد أكبر مصنعي موانع التسرب الميكانيكية على مستوى العالم نظراً لما يمتلك من خبرة كبيرة (أكثر من 90 عاما) في مجال تصنيع موانع التسرب وملحقاتها.

قائمة بموانع التسرب المتوفرة لدى John Crane

Product	Core	Description
1604	✔	Single stationary API 682 / ISO 21049 metal bellows cartridge seal Type C, Arrangement 1.
1604HTC	✔	Single stationary welded metal bellows cartridge seal Type C, Arrangement 1. 1604HTC utilizes HTC seal technology.
1648	✔	API 682 Qualified Single Cartridge Type
1670	✔	Cartridge version of Type 670 High Temperature Metal Bellows Seal
2100	✔	Fully Unitized Heavy Duty Elastomer Bellows Shaft Seal
2609/3609HTC	✔	Type 2609HTC is a dual unpressurized rotating bellows cartridge seal API 682 Type C, Arrangement 2. Type 3609HTC is a dual pressurized rotating bellows cartridge seal Type C, Arrangement 3.
2609/3609HTL	✔	Type 2609HTL is a dual unpressurized rotating bellows cartridge seal API 682 Type C, Arrangement 2 with HTL mating ring technology. Type 3609HTL is a dual pressurized rotating bellows cartridge seal API 682 Type C, Arrangement 3 with HTL mating ring technology.
2648	✔	API 682 Qualified Dual Unpressurized Cartridge Type "A" O-ring Pusher Seal
270F	✔	Heavy Duty Cartridge Seal for boiler feed circuit applications
2715T	✔	High temperature single and dual Metal Bellows Cartridge Seal for Dean Bros. Pumps
2800E	✔	Non-Contacting, Gas Lubricated Seals for Small-Bore Rotating Equipment
2800EH		Externally Mounted, Gas Lubricated, Non-contacting Cartridge Double Seal For Pumps
2800EX		Externally Mounted, Gas Lubricated, Non-contacting Cartridge Double Seal For Pumps
2800MB	✔	Welded metal bellows gas lubricated, non-contacting, dual cartrdge seal with elastomeric secondary seals.
2800XA	✔	Non-contacting gas lubricated dual cartridge seal for large bore pumps
2800XP	✔	Non-contacting, gas lubricated dual cartridge seal for large bore

		pumps
2800XS		Non-contacting. gas lubricated dual cartridge seal for large bore pumps
285	✔	Gas Lubricated, Non-Contacting Single Seal For Cryogenic Pumps
2874NE		Non-Contacting Non-Elastomer Metal Bellows Outward Pumping Dual Gas Seal for High-Temperature Applications
28AT	✔	Gas Lubricated, Non-Contacting Gas Seal For Turbo Compressors
28EXP	✔	Highest Pressure Non-Contacting, Dry-Running Gas Seal
28SC	✔	Non Contacting Secondary Containment Seal
28XP	✔	Gas Lubricated, Non-Contacting Gas Seals For Turbo Compressors
3604/3604HTC/3604HTCDP	✔	API 682/ISO 21049 Type C Sealol Metal Bellows Seals
3648	✔	API 682 Qualified Dual Pressurized Cartridge Type "A" O-Ring Pusher Seal
3710	✔	Compact Split O-Ring Cartridge Seal For Pumps And Other Rotating Equipment
3740	✔	Wet Running Cartridge Split Seal
37FS	✔	High Duty Split Elastomer Bellows Seal For Agitators, Mixers and Pumps
37FSB	✔	High Duty, Balanced Split Elastomer Bellows Seal For Agitators, Mixers and Pumps
4610	✔	Compact, General Duty Single O-Ring Cartridge Seal
4620	✔	Compact, General Duty Dual O-Ring Cartridge Seal with Pumping Ring
48LP	✔	Low Emission, Low Pressure O-Ring Shaft Seal For Light Hydrocarbon Services
48SC	✔	Dry Contacting Secondary Containment Seal
48XP	✔	High performance Cartridge, multi-spring, O-ring pusher seal with Lubrication enhancing and controlled leakage features
502	✔	Unitised elastomer bellows seal
515E	✔	Asymmetric formed metal bellows designed for general purpose use
5280	✔	High Performance Hygenic Design Vessel and Agitator Cartridge Seal for Steel Vessels
5280D	✔	Dry Running Hygenic Vessel and Agitator Seal
5280G	✔	Gas Lubricated Hygenic Vessel and Agitator Seal
5280W	✔	Wet Lubricated Hygenic Vessel and Agitator Seal
5281	✔	High Performance Hygenic Design Vessel and Agitator Cartridge Seal for Glass Lined Vessels

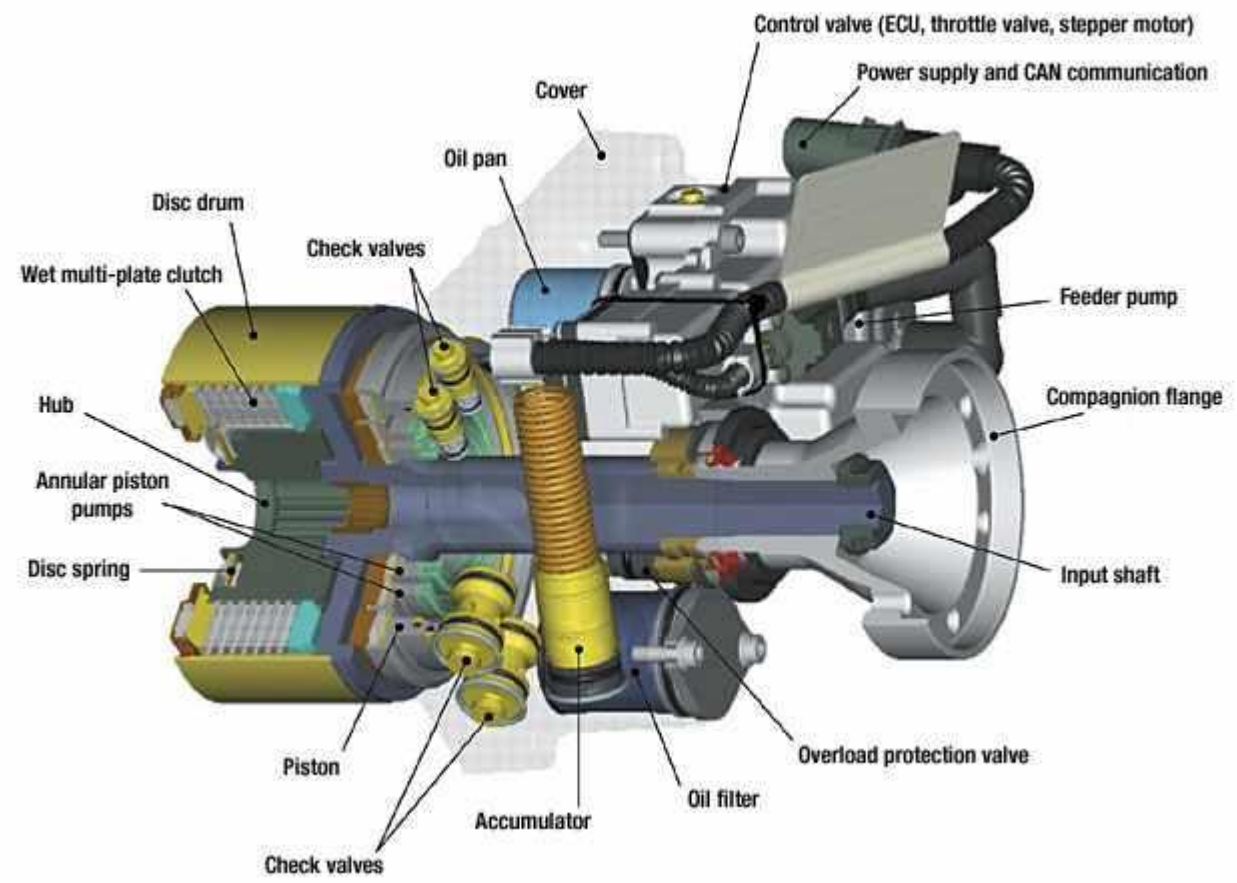
5282	✔	High Performance Hygenic Design Vessel and Agitator Cartridge Seal for Special Alloy Vessels
5610	✔	Universal Cartridge Seal Family - Single O-Ring Cartridge Seal
5610Q-1	✔	API 682 Qualified Single Cartridge O-Ring Pusher Seal
5611	✔	Universal Cartridge Seal Family - Single Elastomer Bellows Cartridge Seal
5615	✔	Universal Cartridge Seal Family - Single Metal Bellows Cartridge Seal
5615Q-1	✔	API 682 Qualified Single Cartridge Metal Bellows Seal
5620	✔	Universal Cartridge Seal Family - Dual O-Ring Cartridge Seal
5620D-1	✔	API 682 Qualified Dual Unpressurised Cartridge O-Ring Pusher Seal
5620P-1	✔	API 682 Qualified Dual Unpressurised / Pressurised Cartridge O-Ring Pusher Seal
5625	✔	Universal Cartridge Seal Family - Dual Metal Bellows Cartridge Seal
5625P-1	✔	API 682 Qualified Dual Unpressurised / Pressurised Cartridge Metal Bellows Seal
5840	✔	Low cost slurry pump seal
5860	✔	Heavy Duty Cartridge Slurry Seal
58B	✔	General Purpose DIN Balanced, multi spring, O-Ring Pusher Seal
58BLO	✔	General Purpose DIN Balanced, multi spring, O-Ring Pusher Seal
58U	✔	General Purpose DIN, multi spring, O-Ring Pusher Seal
59B	✔	General Purpose DIN, Balanced, multi spring, PTFE Wedge Seal
59U	✔	General Purpose DIN, multi spring, PTFE Wedge Seal
6	✔	Low Pressure, Elastomer Bellows Unitized Seal Head For Small Diameter Pumps
604	✔	High Temperature, Stationary Head Metal Bellows Shaft Seal
604HTC	✔	High-temperature corrosion resistant stationary bellows assembly utilizing "HTC" technology
606	✔	High Temperature, Rotating Head Metal Bellows Shaft Seal With Lug Drive
609	✔	High Temperature, Rotating Head Metal Bellows Shaft Seal
609HTC	✔	High-temperature corrosion resistant rotating bellows assembly utilizing "HTC" technology.
670	✔	Low Temperature, All Hastelloy C Metal Bellows Shaft Seal For Highly Corrosive Fluids
675	✔	Low-temperature titanium welded metal bellows seal assembly

676	✔	Low Temperature, AM350 Metal Bellows Shaft Seal For Mild Corrosive Services
680	✔	Low Temperature, General Duty Alloy-20 Metal Bellows Shaft Seal
CK736D	✔	Agitator Cartridge Seal
83	✔	Separation Seal (Contacting Technology)
8600	✔	High performance seal for offshore and pipleine oil and gas applications
93FR	✔	Separation Seal (Non-Contacting Technology)
CK725	✔	Mixer and Agitator Cartridge Seal to DIN 28138 for Steel Chemical Reaction Vessel - Without Intergrated Bearing
CK726	✔	Mixer and Agitator Cartridge Seal to DIN 28138 for Steel Chemical Reaction Vessel - With Intergrated Bearing
CK728	✔	High Performance Mixer and Agitator Seal to DIN 28138 for Steel Chemical Reaction Vessels
CK736	✔	Mixer and Agitator Cartridge Seal to DIN 28138 for Glass Lined Chemical Reaction Vessel - With Integrated Bearing
CK738	✔	High Performance Mixer and Agitator Cartridge Seal to DIN 28138 for Glass Lined Chemical Reaction Vessels
ECS™	✔	Emission Containment Seal. Metal bellows dry-running secondary containment seal
EZ-1™	✔	Cartridge mounted single metal bellows general purpose cartrdge seal
FFET	✔	Single Cartridge O-Ring Seal
GL1B	✔	Formed metal bellows seal for general service
GL1H	✔	Unique twin ply cartridge for hygienic & aseptic duites
JCS1	✔	Rugged, pump integrated single seal
JCS1 Andritz pumps	✔	Single mechanical seal
JCS1F	✔	Reliable single seal for demanding conditions
JCS2	✔	Double-balanced mechanical seal
JCS2 Andritz pumps	✔	Double mechanical seal
RRAL/RREL	✔	Balanced single spring cartridge seals for refinery and general oil & gas service
RREP	✔	High performance multispring seal
SAF screens	✔	Double acting cartridge seal for screens
SB1	✔	Single, Heavy Duty Cartridge Seals
SB1A ANSI	✔	Heavy Duty Single Cartridge Seals for ANSI Pumps
SB2	✔	Heavy Duty Dual Cartridge Seals

SB2A ANSI	✔	Heavy Duty Cartridge Seals for ANSI Pumps
SBW	✔	Heavy Duty Single Cartridge Seals with non pressurised quench
SE1 Ahlstar	✔	Single Mechanical Seals for Sulzer Ahlstar Pumps
SE1/SE1F ABS	✔	Single Mechanical Seals for ABS Pumps
SE2 Ahlstar	✔	Dual Mechanical Seals for Sulzer Ahlstar Pumps
SE2 ScrewPumps	✔	Double acting cartridge seal for eccentric screw Pumps
SE2C ABS	✔	Dual, Cartridge Mechanical Seals for ABS Pumps
SEW ABS	✔	Single Mechanical Seals with non pressurised quench for ABS Pumps
SEW Alhstar	✔	Single Mechanical Seal with non-pressurised quench for Sulzer Ahlstar Pumps
Sundyne®	✔	Welded metal bellows seal for Sunstrand Sundyne® Pumps
Unilign® / Unichem®	✔	Cartridge-mounted metal bellows seal for Unilign® / Unichem® pumps

الكوبلن (الوصلات) Coupling

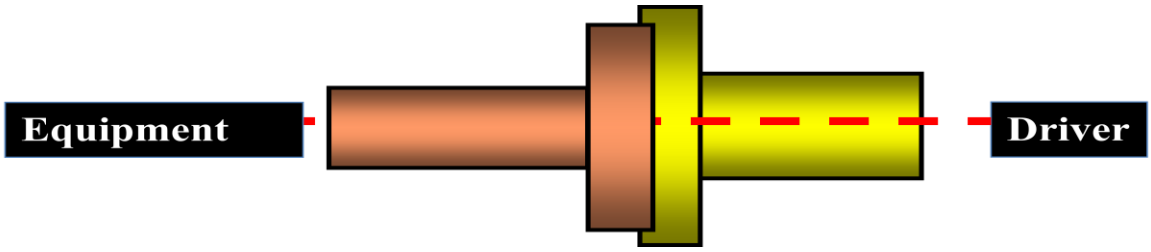
جهاز يستخدم لربط اثنين من الأعمدة معا لغرض نقل الطاقة.



أنواع الكبالن (الوصلات)

1) الثابت Rigid: وتستخدم لربط الأعمدة المستقيمة/ المنحازة

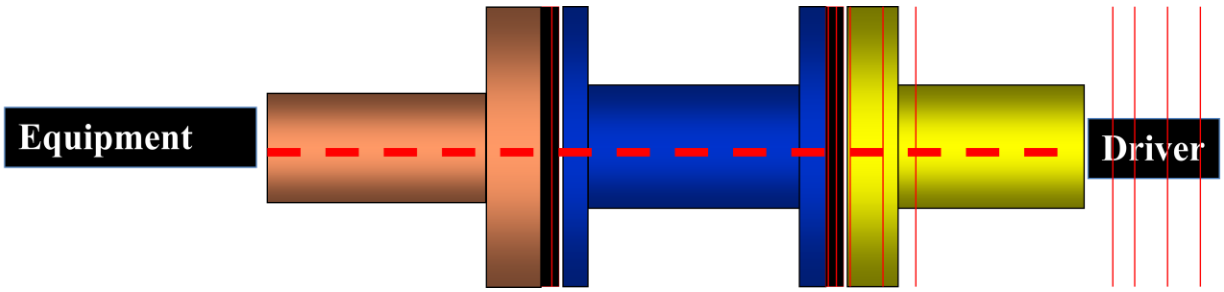
- ✓ يجب محازاتها بتفاوتات قريبة جدا



2) المرنة Flexible: وتستخدم لربط الأعمدة الغير مستقيمة/ المنحازة

✓ تستخدم عنصر أو أكثر لربط الأعمدة:

- ميكانيكي
- لدائن مرنة
- معدني



أمثلة لاستخدامات الكوبلن المرن (Flexible Coupling):

1) التروس Gears
2) الأقطاب Grids

كوبلن الأعمدة المستقيمة

كوبلن الأعمدة المستقيمة عبارة عن كوبلن ثابتة مصممة لتثبيت عمودين معاً بحيث لا تحدث أي حركة بينهما.

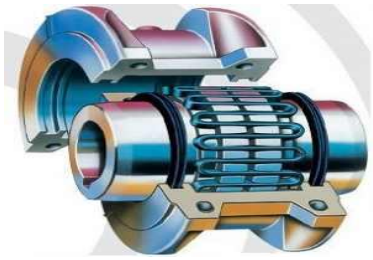
أنواعها

1) ذات حواف أو شفة Flanged

- ✓ يتم تثبيت الكوبلن إلى العمود بمسمار (مفتاح) ثم يتم ربط الكبالن مع بعضها البعض

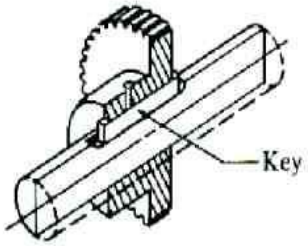
2) انشقاقي Split

- ✓ مرة أخرى يتم ربط الكوبلن إلى العمود بمسمار (مفتاح) وبعد ذلك يربط نصفي الكوبلن معاً

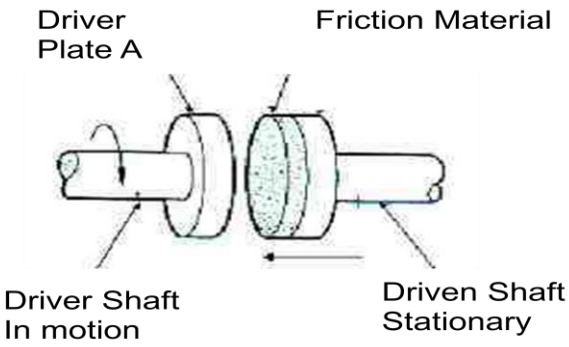


3) مقفول Keyed

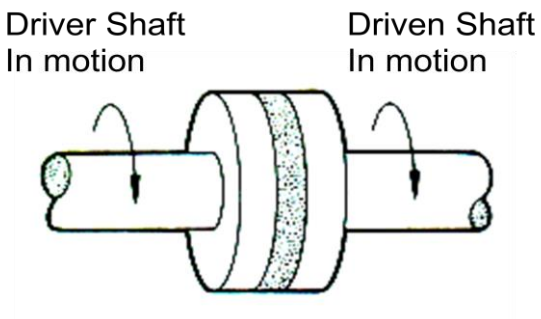
- ✓ يتم تقطيع الأخدود Groove إلى داخل العمود والجزء المثبت
- ✓ يتم وضع مسمار (مفتاح) إلى داخل الأخدود Groove لربط الجزئين معاً



4) احتكاكي Friction



Clutch Disengaged المقابض غير معشقة



Clutch Engaged المقابض معشقة

كوبلن الأعمدة الغير المستقيمة

يستخدم لربط الأعمدة التي تلتقي عند زاوية طفيفة، ولكن هذه الزاوية يمكن أن تتغير عند التشغيل نتيجة الاهتزاز أو التحميل.

أنواعها

1) كوبلن كلي Universal

- ✓ يتكون من نهايتين مقترنين ومركز من رولمان البلي، ويستخدم في الزوايا الغير مستقيمة حتى 45 درجة

2) كوبلن ذات سرعة ثابتة Constant Velocity

- ✓ يستخدم عندما تكون الزاوية أكثر من 20 درجة ولا يوجد مساحة لاستخدام عدد (2) كوبلن كلي Universal
- ✓ يظل العمود المدفوع Driven Shaft عند نفس السرعة بغض النظر عن زاوية العمود
- ✓ يتستخدم في الأعمدة الموجودة بسيارات الدفع الأمامي

3) كوبلن مرن Flexible

- ✓ يتم ربط العودين باسطوانة مطاطية، وتعمل مرونة الأسطوانة على تعويض التغير في درجة الزاوية

تركيب الكبالن (الوصلات)

يمثل التركيب السليم للكبالن (الوصلات) عاملا حاسما في ضبط وظائف الكبالن الثابتة والمرنة، فعدم العناية بالتركيب يؤدي إلى حدوث مشاكل ليس فقط في وظائف الكبالن (الوصلات) ولكن أيضا في مكونات الدفع Driving Components. كما أن عدم الاستقامة Misalignment بشكل زائد يمكن أن يؤدي إلى انهيار سابق لأوانه في وظائف الكبالن وإلى حدوث ضغط أكبر من اللازم على مجموعة رولمان البلي الداعمة وبالتالي إلى انهيار هذه المجموعات بعد ذلك.

إن التحميل الزائد على الأعمدة يمكن أن يؤدي تمزيق الأعمدة عن طريق الكبالن (الوصلات) ما يجعل إزالتها أمراً صعباً وبالتالي يؤثر بالسلب على أداء المعدة.

مما لاشك فيه، أن لكل نوع من أنواع الكبالن (الوصلات) طريقة تركيب مختلفة، ولكن هناك إرشادات عامة يمكن تطبيقها على كل الأنواع:

1) تركيب المحور
2) تركيب القسم الأوسط
3) ضبط المحاور