برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي مهندس صيانة كهرباء – الدرجة الاولى

الصيانة التنبؤية

تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية - الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

الفـهـرس

الصيانة التنبؤية ٢
التحليل الميكانيكي وقياس عمل الماكينة: ٣
الصيانة التنبؤية باستخدام كاميرات التصوير الحراري ٤
فحوصات انخفاض الفولطية: ٧
فحوصات ارتفاع الفولطية: ٧
تحديد المشكلات الكهربائية: ٨
فحص الأجهزة الميكانيكية: ٨
المصهر الحراري ٩
ضبط الاستقامة ١٠
طرق ضبط الاستقامة ١٥
استخدام تحاليل الغازات المذابة في زيت المحولات ودوره في الصيانة التنبؤية ١٩
تحليل الزيت ١٩
التأكد من فاعلية المحول واستمرارية تشغيله ١٩
طريقة نسبة روجر لتحليل نتائج الغازات المذابة في زيت المحول: ٢٧
أكواد نسب الغازات: ٢٧
الضوضاء: ٢٨
الحماية من الضوضاء: ٢٨

مقدمة:

الصيانة التنبؤية

هي أحد أساليب إدارة الصيانة الحديثة والتي بدأ تطبيقها في الدول الصناعية المتقدمة في نهايات السبعينات وبدايات الثمانينات من القرن العشرين. وتعتبر تطورا لأساليب الصيانة التقليدية مثل الصيانة الوقائية.

كما وان الصيانة التنبؤية هي نظام مخطط بعناية لفحص وتحليل قراءات مراقبة الآلات. فالصيانة التنبؤية تزود مستخدمي الآلات بالحالة التي قد تشير وقتيا إلى الاحتياج إلى تصحيح الأخطاء.

والنتيجة هي: إنتاجية مثالية للآلة، وحياة أطول، وتخفيض تكاليف الصيانة حيث تعتمد الصيانة التنبؤية على مبدأ "مراقبة الحالةCondition Monitoring" للماكينة أو المعدة من أجل التنبؤ بنوع وميعاد العطل قبل حدوثه مما يترتب علية توفير المال أكثر من اي نوع من انواع الصيانة الاخرى "الصيانة الدورية او الوقائية لان الاصلاحات تتم فقط عند الحاجة "قبل حدوث العطل" بالإضافة انها تكون مخططة ومدروسة وتحت السيطرة، ويتم ذلك باستخدام عدة تقنيات من أهمها:

- الفحص البصري.
- قياس الاهتزازات الميكانيكية وتحليلها.
- تحليل الزيوت.
- الأشعة فوق الصوتية.
- الأشعة تحت الحمراء.
- تحليل المواتير.

مميزات استخدام الصيانة التنبؤية

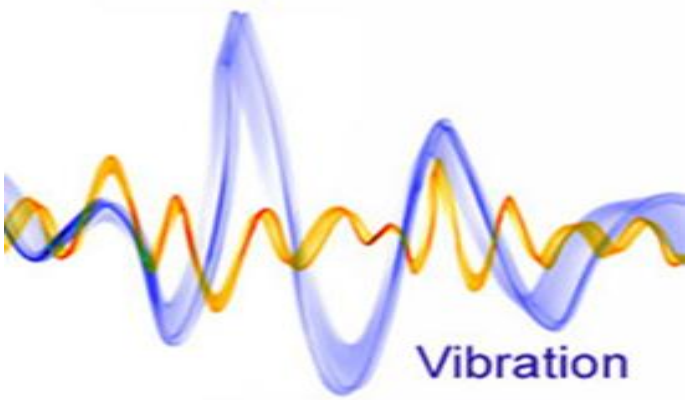
يحقق استخدام تقنيات الصيانة التنبؤية عدة مزايا للمنشأة الصناعية من أهمها:

١. زيادة عمر الماكينة
٢. تقليل وقت توقف الإنتاج
٣. زيادة الاعتمادية على المعدات"Reliability"
٤. خفض النفقات المصروفة على العمالة وقطع الغيار
٥. تحسين جودة المنتج بصفة عامة
٦. تحسين بيئة العمل والأمن الصناعي
٧. توفير الطاقة
٨. تخفيض النفقات بنسبة تتراوح ما بين ٨ إلى ١٢ % مقارنة باستخدام الصيانة الوقائية

بعض النماذج المختلفة للصيانة التنبؤية

الصيانة التنبؤية باستخدام الاهتزاز الميكانيكي:

هل في يوم ما سمعت من يقول هذه الماكينة بها شيء ما غير مضبوط، ان صوتها غير عادى، أنها تعمل بخشونة، أنا حاسس بها، ومن الطبيعي ان نقارن حالة هذه الماكينة بمستوى الضوضاء أو الاهتزاز الذي تصنعه. فاذا كان اهتزازها أكثر من المعتاد فمعنى ذلك أننا نقول هذه بداية المشاكل آو الأعطال. ومنذ ما يقرب من ٥٠ عاما، أصبحت فكرة ربط حالة الماكينة بمستوى الاهتزاز والضوضاء أصبحت أساسا لتقنية تهدف الى التحكم في حالة الماكينات ويطلق على هذه التقنية التحليل الميكانيكي Mechanical analysis والتحليل الميكانيكي ما هو الا قياسات، مثل قياسات الاهتزازات للماكينة وحركة العامود والضوضاء التي تصدرها الماكينات.



التحليل الميكانيكي وقياس عمل الماكينة:

أولاً: من الطبيعي ان تهتز الماكينات وتحدث ضوضاء، حتى الماكينات آلتي في أحسن ظروف تشغيلها سيكون لها بعض الاهتزازات والضوضاء بسبب العيوب البسيطة. لهذا فان كل ماكينة سواء أكانت مكبساً سرعته ١٠٠٠٠ لفة / الدقيقة، أو توربينه بخارية ذات مولد، أو مخرطة سيكون لها مستوى من الاهتزازات والضوضاء الذي قد يعتبر عادى أو معتاد.

ثانياً: عندما تزداد ضوضاء الماكينة أو اهتزازها ويصبح حاد، فان بعض المشاكل الميكانيكية سيكون السبب ومستوى الاهتزاز والضوضاء الصادر عن الماكينة لا يزداد أو يحتد بدون سبب على الإطلاق. فلابد من وجود شيء ما بسبب ذلك، مثل عدم اتزان، عدم انطباق محاور الدوران، تأكل التروس أو الكراسي، أجزاء مفككة...الخ.

وكل عطب (عيب) ميكانيكي يولد اهتزاز وضوضاء ولكن بطريقته الخاصة والفريدة والمميزة، وهذا يسهل التعرف بطريقة إيجابية على العيب والعطب المحدد والمسبب للضوضاء بقياس وملاحظة خواص الاهتزاز والضوضاء.

برنامج التحليل الميكانيكي:

لمعرفة نوع العطل يجب اتخاذ برنامج معين للوصول الى نوع العطل الاكتشاف، التحليل، التصحيح.

مزايا التحليل الميكانيكي:

نجاح أي شركة يعتمد على استمرارية وسلامة العملية الإنتاجية للماكينات الشغالة. والطريقة آلتي تتم بها عملية الصيانة تحدد كم من الوقت ستستمر الماكينات في التشغيل بحالة سليمة ومنتجة.

مزايا برنامج التحليل الميكانيكي هي:

زيادة عمر الماكينة، تقليل الأعطال، تقليل نفقات الصيانة، تقليل العمرات أو إلغاءها، عدم الحاجة الى ماكينة احتياطي، تقليل الضوضاء.

١. الاكتشاف DETECTION

أول خطوة في البرنامج هي اكتشاف العطل ولمعرفته يستخدم جهاز قياس الاهتزاز وهو جهاز يحمل باليد لعمل القياسات الدورية لاهتزازات الماكينات ذات الأهمية الخاصة. وللجهاز وصلة (مجس) ينقل الاهتزازات ويحولها الى الجهاز اليدوي، وله طريقة خاصة لوضعه على المكان الذي نقيس عنده الاهتزاز وينقلها عبر الكابل الى جهاز القياس ليقرأ مقدار الاهتزازات. وهذه الطريقة اليدوية لإظهار اهتزازات الماكينات إنما تجرى بغرض ان نرى ما إذا كان هناك زيادة في مقدار الاهتزازات، لأن ذلك يكون علامة نمو وتكون مشكلة ميكانيكية والقراءات تسجل في جدول لتكون الحالة الميكانيكية للماكينة كما تكون هذه القراءات تحذيرا للمسئولين عن بدء تكون ونمو المشكلة. بعض الماكينات مثل التوربينات ذات السرعات العالية اي مشكلة قد تحدث بسرعة ولذلك لا تعطى تحذيراً قبل حدوث المشكلة ولذلك يجب تركيب جهاز لقياس الاهتزازات بصفة دائمة على هذه الأنواع من الماكينات.

٢. التحليل ANALYSIS

بعد اكتشاف المشكلة فان الخطوة التالية هي تحديد طبيعة المشكلة، وهذا هو غرض التحليل ليشير الى مشكلة محددة في الماكينة بواسطة توضيح الخواص الفريدة لاهتزازها. ويقوم بهذه المهمة جهاز تحليل الاهتزازات، وهو جهاز تحليل له إمكانيات قياس كل تفاصيل خواص الاهتزازات. وبمقارنة هذه المعلومات بما هو معروف عن الماكينة، مثل سرعتها والأسباب المختلفة لحدوث الاهتزازات، فان المشكلة في النهاية تكون قد تحددت ووصفت تصحيحاتها.

٣. التصحيح CORRECTION

بعد اكتشاف مشاكل الماكينة ومعرفة سببها في مراحلها المبكرة، فان التصحيح يمكن تنفيذه طبقاً لخطة زمنية مناسبة وجدول مناسب. والأخطاء الموجودة في الماكينات مثل سوء حالة الكراسي، سوء حالة التروس، أجزاء مفككة، عدم ضبط المحاور، يمكن بطريقة معروف تماما لرجال الصيانة، ومع ذلك فان مشاكل اخرى مثل عدم الاتزان، رنين تخفيض الضوضاء، تحتاج الى بعض الخبرات الخاصة والمعرفة للقيام بتصحيحها.

الصيانة التنبؤية باستخدام كاميرات التصوير الحراري

كاميرات التصوير بالأشعة تحت الحمراء للصيانة التنبؤية:

الأشعة تحت الحمراء:

لا تُدرك بالعين المجردة، جزء من الطيف الإلكترو مغناطيسي.

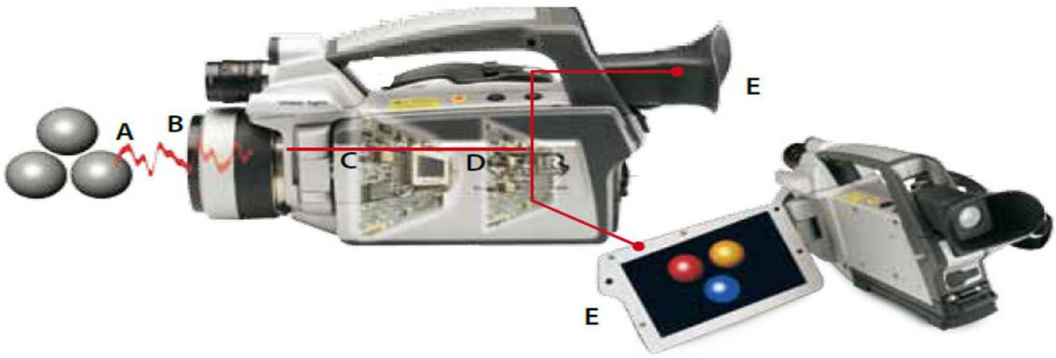
تعد العين البشرية بمثابة أجهزة استكشاف مصممة لاكتشاف الضوء المرئي أو الأشعة المرئية وهناك أشكال أخرى من الضوء(الإشعاع) لا يمكننا رؤيتها.

إن العين البشرية لا ترى سوى جزء صغير جدًا من الطيف الإلكترو مغناطيسي. ولا يمكننا رؤية الأشعة فوق البنفسجية الموجودة عند إحدى نهايتي الطيف، كما لا يمكن للعين رؤية الأشعة تحت الحمراء الموجودة عند النهاية الأخرى للطيف. تقع الأشعة تحت الحمراء بين جزئي الأشعة المرئية وأشعة الميكروويف من الطيف الإلكترو مغناطيسي. ويكون المصدر الرئيسي للأشعة تحت الحمراء هو الحرارة أو الإشعاع الحراري. حيث يصدر كل جسم بدرجة حرارة تزيد عن الصفر المطلق –٢٧٣,١٥ درجة مئوية أو ٠ درجة كلفن (إشعاعًا في منطقة الأشعة تحت الحمراء). حتى إن الأجسام التي نعتقد بأنها في غاية البرودة، مثل مكعبات الثلج، تصدر أشعة تحت حمراء. ونحن نتعرض للأشعة تحت الحمراء كل يوم. فالحرارة التي نشعر بها من ضوء الشمس أو من النار أو من الراديتر جميعها أشعة تحت حمراء.

وعلى الرغم من أن العين لا يمكنها رؤية هذه الأشعة، إلا أن الأعصاب الموجودة في جلدنا تستشعرها في صورة **حرارة**. وكلما كان الجسم دافئاً، كانت كمية الأشعة تحت الحمراء المنبعثة منه كبيرة.**كاميرا بالأشعة تحت الحمراء**

يتم تركيز طاقة الأشعة تحت الحمراء (A) القادمة من الهدف عن طريق العدسات (B) نحو جهاز استكشاف الأشعة تحت الحمراء (C). يقوم جهاز الاستكشاف بإرسال المعلومات إلى الدوائر الإلكترونية لجهاز الاستشعار الدوائر (D) من أجل معالجة الصورة. يتم من خلال الدوائر الإلكترونية تحويل البيانات القادمة من جها الاستشعار إلى صورة الى صورة (E) يمكن عرضها على شاشة فيديو قياسية أو شاشة LCD. والتصوير الحراري بالأشعة تحت الحمراء هو فن تحويل صورة بالأشعة تحت الحمراء إلى صورة قياس إشعاعي، مما يتيح إمكانية قراءة قيم الحرارة من الصورة. ومن أجل عمل ذلك، تم تضمين خوارزميات معقدة في كاميرا الأشعة تحت الحمراء.

الشكل الاتي يوضح ما ذكرناه من معلومات:



لماذا نستخدم كاميرات التصوير الحراري؟

موازين الحرارة مقارنةً بكاميرات التصوير الحراري:

تعتبر موازين الحرارة بالأشعة تحت الحمراء أداة موثوقة ومفيدة للغاية لقراءات درجة الحرارة الخاصة بنقطة واحدة، أما عند مسح المناطق أو المكونات الكبيرة، فيسهل فقد المكونات الحيوية التي ربما تتعطل وتحتاج للإصلاح. يمكن مسح جميع المحركات أو المكونات أو اللوحات في وقتٍ واحد لكاميرا التصوير الحراري من دون تفويت أي مخاطر تتعلق بارتفاع درجة الحرارة وذلك بصرف النظر عن صغر حجمها.

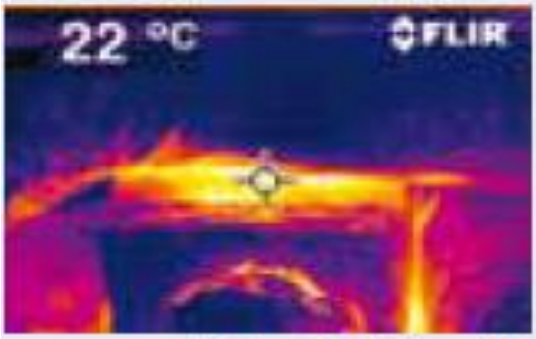
ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء، قياس درجة الحرارة في نقطة واحدة

طراز *FLIR i5*، قياس درجة الحرارة في *6.400* نقطة

استكشف المشكلات بشكل أسرع وأيسر وبدقة متناهية.

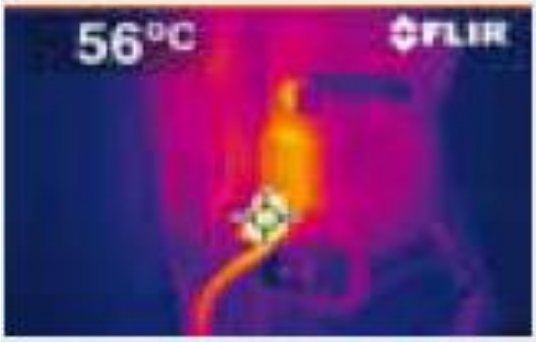
يسهل إغفال المشكلات الرئيسية مع ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء الذي يقيس نقطة واحدة. تقوم كاميرا التصوير بمسح جميع المكونات لتعطيك بيانات FLIR الحراري من تشخيصية تعرض لك النطاق الكامل للمشكلات.

ماذا يرى ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء.



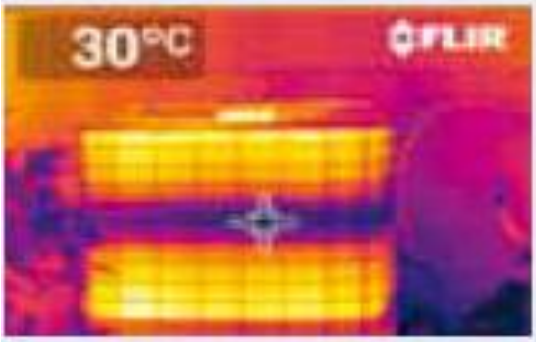
ماذا ترى كاميرا التصوير الحراري.

ماذا يرى ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء.



ماذا ترى كاميرا التصوير الحراري.

ماذا يرى ميزان الحرارة بالأشعة تحت الحمراء.



ماذا ترى كاميرا التصوير الحراري.

استخدام كاميرات التصوير الحراري لأغراض الصيانة التنبؤية

لقد أضحى التصوير الحراري أحد أهم أدوات التشخيص الخاصة بالصيانة التنبؤية. إذ يتيح التصوير الحراري، عن طريق اكتشاف الحالات غير الطبيعية التي غالبًا ما لا تُرى بالعين المجرد، اتخاذ الإجراءات التصحيحية قبل وقوع حالات تعطل الأنظمة التي تتسبب في تكاليف باهظة. وقد أصبحت كاميرات التصوير بالأشعة تحت الحمراء أنظمة صغيرة الحجم، مثل: كاميرا الفيديو / الكاميرا الرقمية العادية، تتسم بسهولة استخدامها وإنتاجها لصورة فورية فائقة الدقة. وقد اكتشفت العديد من الصناعات حول العالم مزايا تضمين كاميرات التصوير بالأشعة تحت الحمراء في برامج الصيانة التنبؤية خاصتهم.

التطبيقات:

هناك عدد لا حصر له من تطبيقات استخدام كاميرات التصوير الحراري في مجال الصيانة التنبؤية

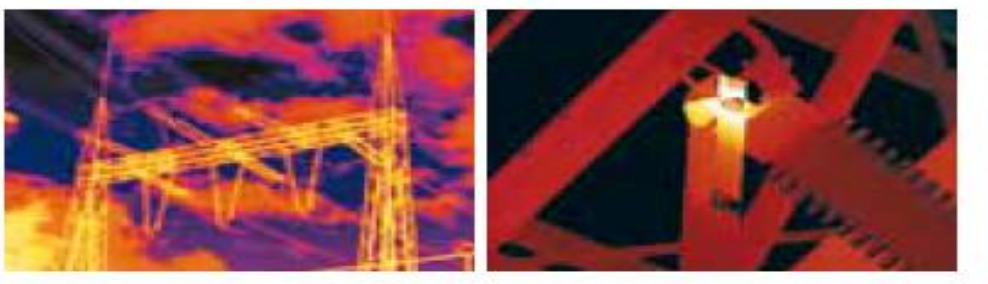
فحوصات انخفاض الفولطية:

عادةً ما تستخدم كاميرات التصوير بالأشعة تحت الحمراء للفحوصات الكهربائية. فمع ارتخاء التوصيلات الكهربائية تصبح هناك مقاومة للتيار قد تتسبب في ارتفاع درجة الحرارة. وقد يتسبب ذلك في تعطل المكونات مما يؤدي إلى فترات غير متوقعة من انقطاع التيار الكهربائي ووقوع إصابات. علاوة على ذلك تنخفض كفاءة الشبكة الكهربائية قبل التعطل، ومن ثم تستهلك الطاقة منتجة حرارة ومتسببةً في خسائر غير ضرورية.

رداءة التوصيل والتلف الداخلي تلف المصهرات الداخلية

فحوصات ارتفاع الفولطية:

غالبًا ما يتم فحص محولات الطاقة باستخدام كاميرات التصوير بالأشعة تحت الحمراء. يمكن عقد مقارنة بين زعانف التبريد والتوصيلات عالية الفولطية حتى يتسنى اتخاذ الإجراءات التصحيحية، إن لزم الأمر، قبل وقوع مشكلات حقيقية. تتضمن التركيبات الأخرى عالية الفولطية التي يتم فحصها بكاميرا تصوير بالأشعة تحت الحمراء قواطع الدوائر الكهربائية والمحولات وخطوط الطاقة عالية الفولطية. تظهر مجالات المشكلة المحتملة بوضوح في الصورة الملتقطة بالأشعة تحت الحمراء.



التوصيلات غير المحكمة بشكل سليم فحص خطوط الطاقة عالية الفولطية

شكل يوضح مميزات استخدام كاميرات التصوير الحراري

يوضح الشكل السابق تلك الحقائق

تحديد المشكلات الكهربائية:

تحدد المشكلات الموجودة في التوصيلات الكهربائية أو الأسلاك أو أي مكونات أخرى من مكونات النظام بوضوح كـ "نقاط ساخنة" بالتصوير الحراري. وهو ما يتيح سهولة تحديدها وإصلاحها. يمكنك مشاهدة التوصيلات فائقة درجة الحرارة بوضوح على الصورة الحرارية.

فحص الأجهزة الميكانيكية:

يظهر فحص مضخة المياه هذه عدم وجود أي مشكلات. تثبت الصورة الحرارية أن هناك مياه في أسطوانة المضخة ولا يوجد خطر من ارتفاع درجة حرارة المضخة

توفير الوقت والمال في عدة خطوات:

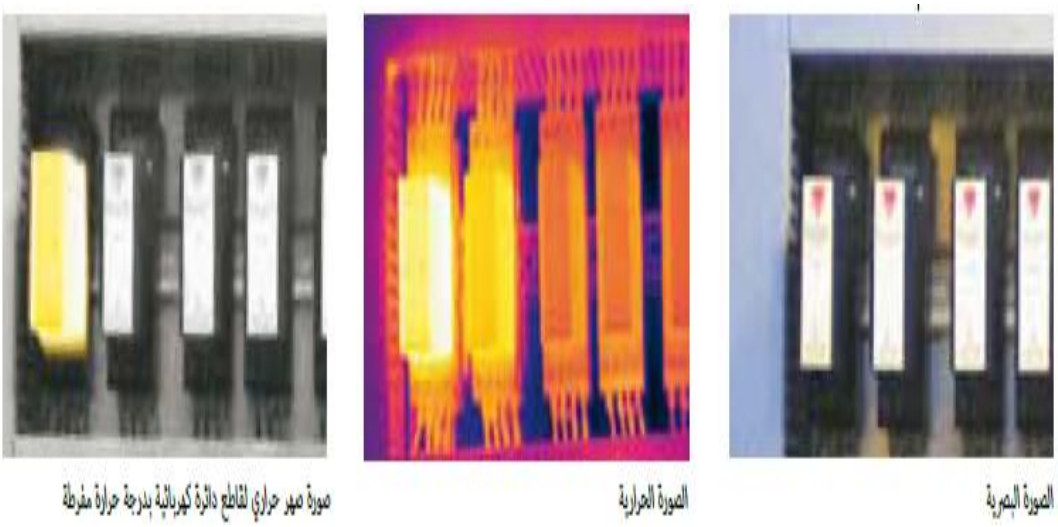
- اكتشاف المشكلات المختفية وعمل تقييمات سريعة للتلفيات وإجراء فحوصات وقائية.
- تحديد فقد الطاقة والعوازل الرديئة.
- تحديد الأعطال الكهربائية قبل فوات الأوان.
- إنتاج صور حرارية فورية للنتائج التي تكتشفها.
- إعداد التقارير وتحليل النتائج وتوثيقها مع البرنامج سهل الاستخدام.

بعض النماذج لصور ملتقطة من كاميرات التصوير الحراري

المحرك: مشكلة بالمحمل. المحرك: مشكلة بالتحام الداخلي. عوازل تالفة.

فحص المحول باستخدام وظيفة *Fusion Picture-in-Picture* (صورة داخل صورة للصور). الفحص الميكانيكي للمحرك الكهربائي باستخدام كاميرا *FLIR i60*. فحص تركيب تكييف الهواء بسرعة وسهولة.

المصهر الحراري

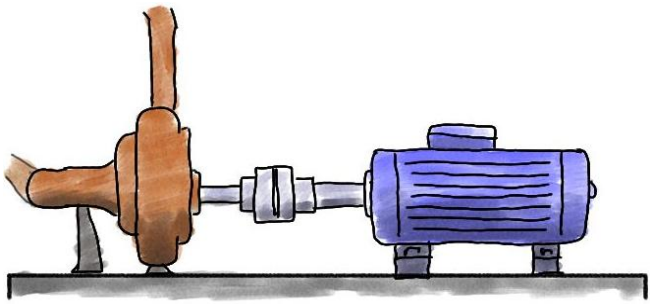


الصورة البصرية الصورة الحرارية صورة مصهر حراري لقاطع دائرة كهربائية بدرجة حرارة مفرطة

ومع استخدام تقنية التصوير الحراري فانه لدى الشركات المنتجة برامج تستفيد من الأدوات المتاحة وتنتج حلول لكل المشكلات الحادثة والمحتملة ويمكن التدرب على هذا في الشركات المنتجة للكاميرات.

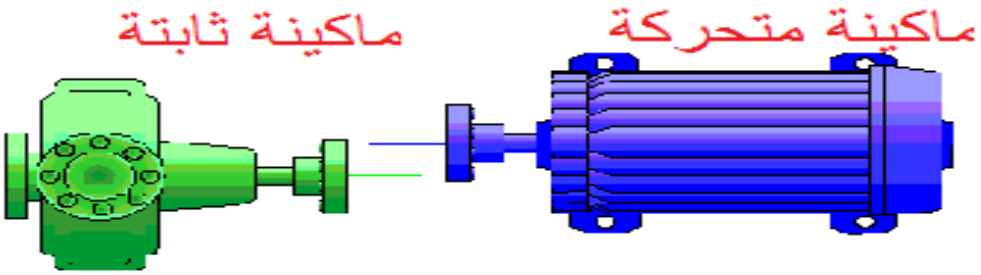
ضبط الاستقامة

١. أساسيات محاذاة الأعمدة
٢. فوائد محاذاة الأعمدة
٣. طرق وعمليات محاذاة الأعمدة



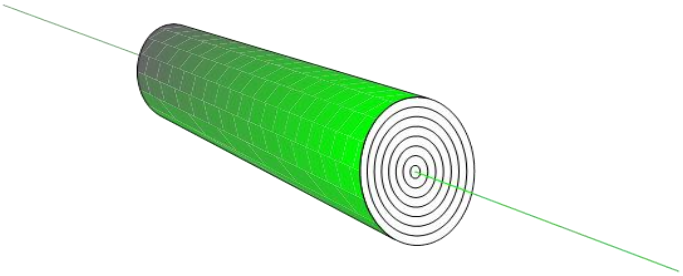
قياس عدم الاستقامة

تصمم الماكينات على أنها جزء ثابت وجزء متحرك.



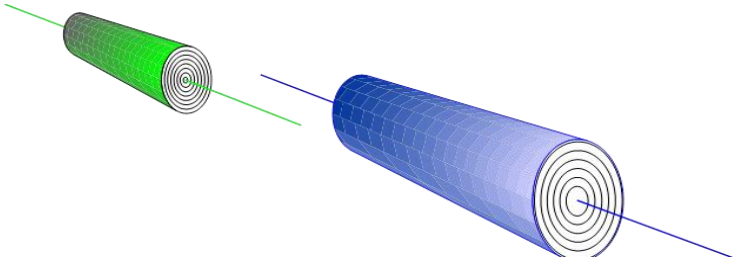
محاور الدوران

- كل الأعمدة تدور حول محور يسمى محور الدوران.
- محور الدوران يكون خط مستقيم.



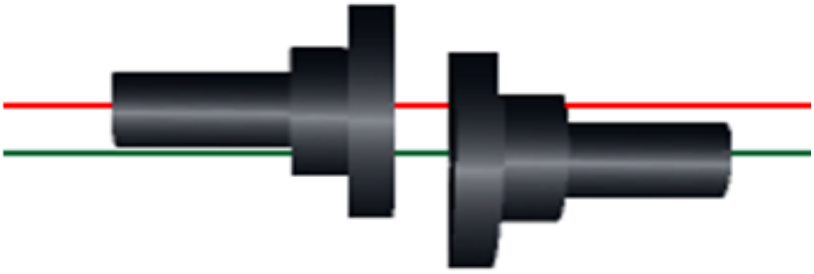
تعريف عدم الاستقامة

- تكون الأعمدة في وضع عدم محاذاة عندما يكونا محورا الدوران ليسا على استقامة واحدة.

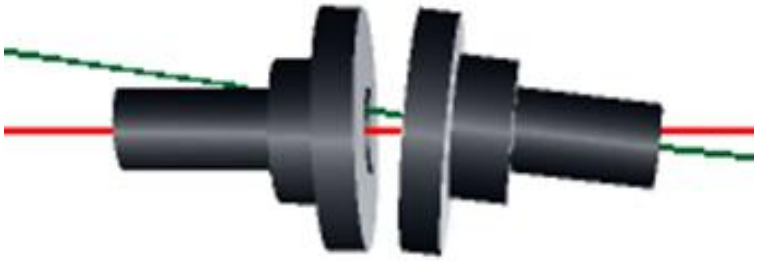


أنواع عدم الاستقامة

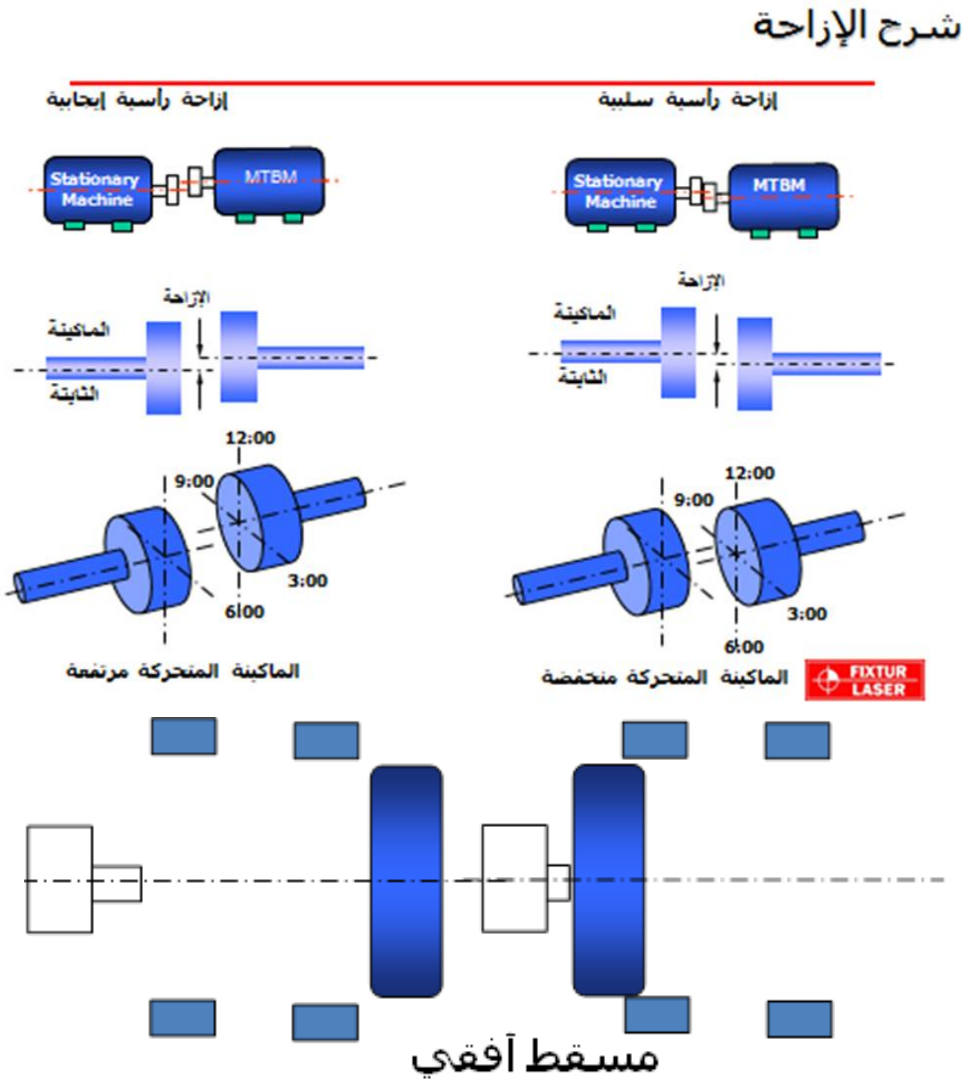
- عدم محاذاة إزاحية

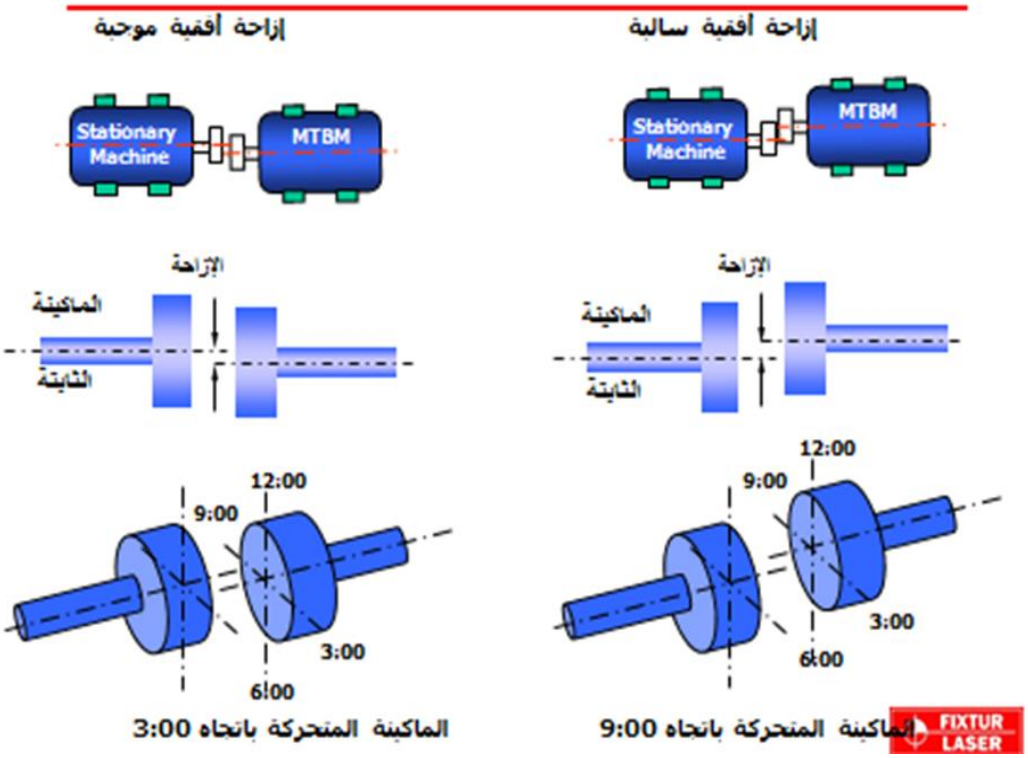


- عدم استقامة زاوية

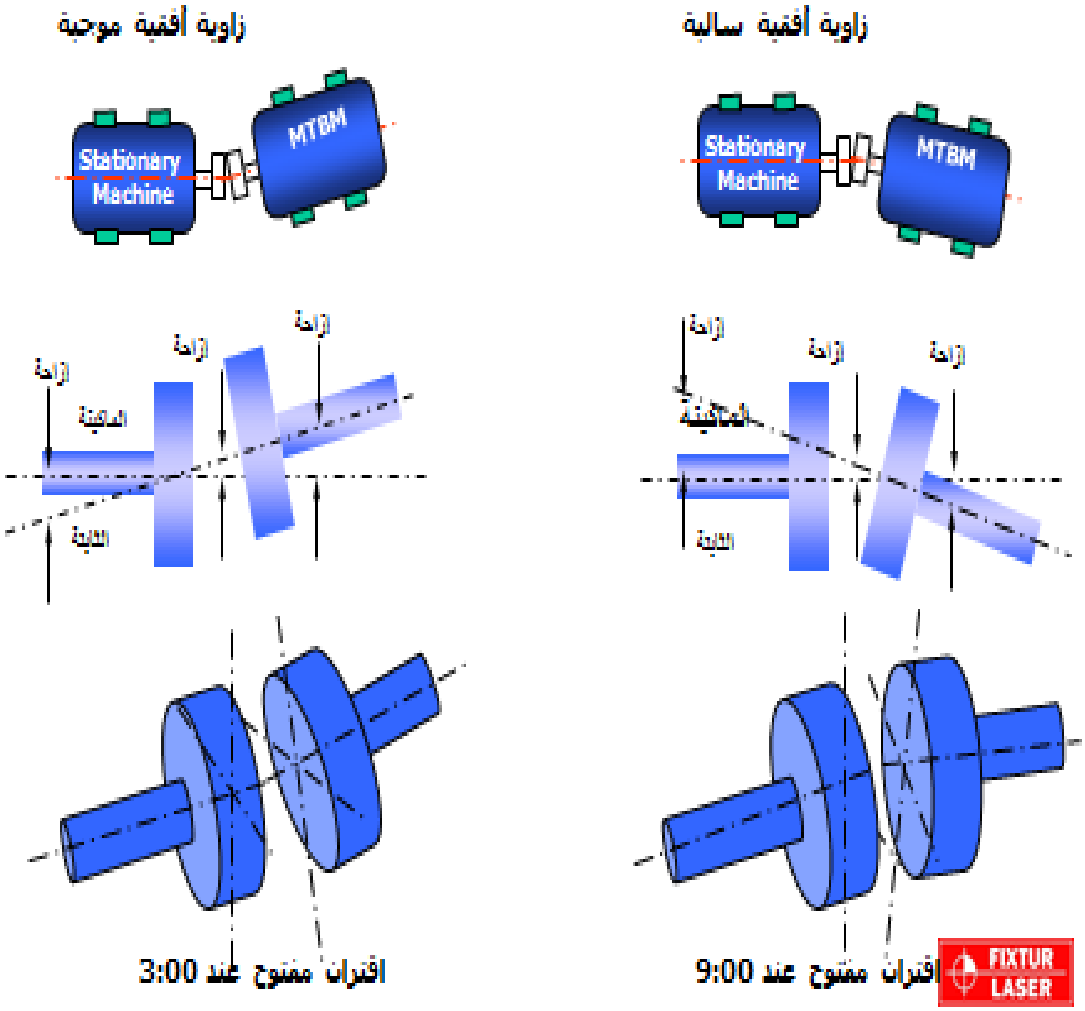


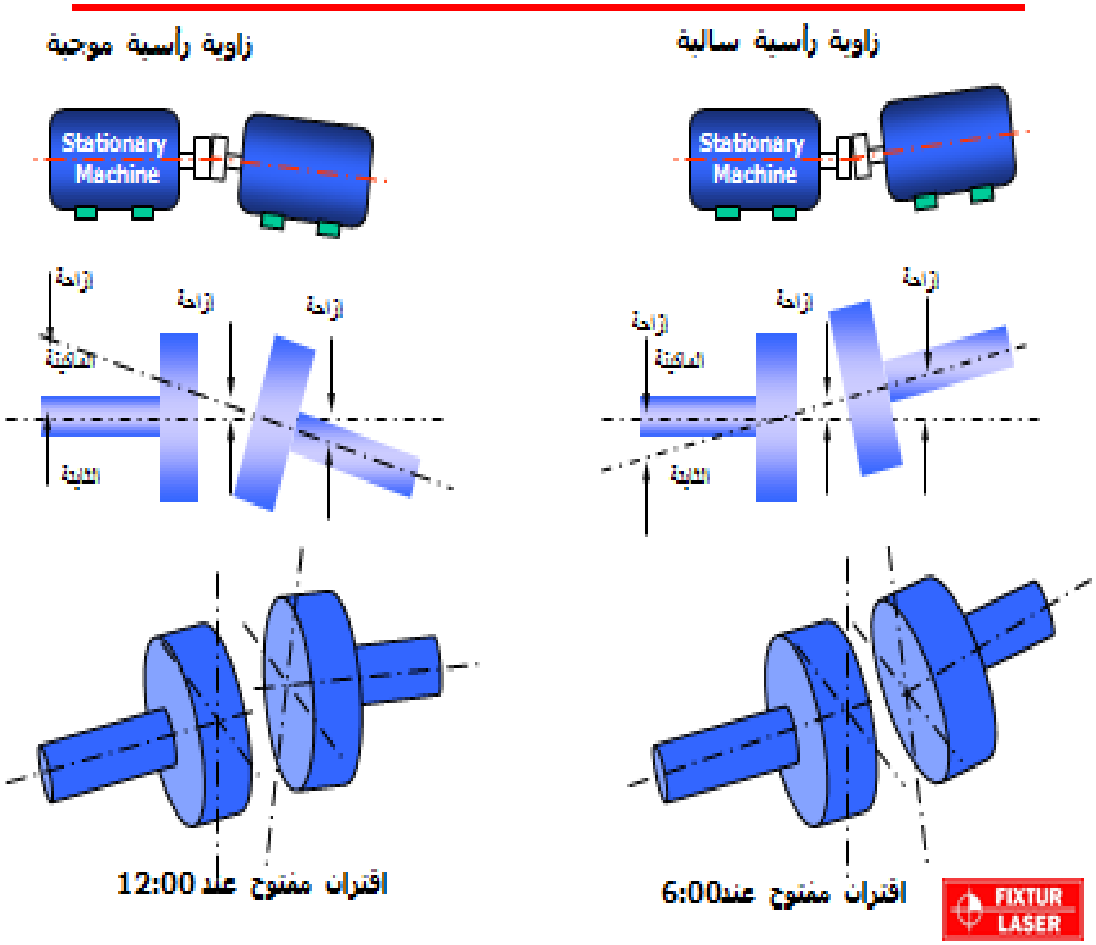
شرح عدم الاستقامة الإزاحية والزاوية




إزاحة أفقية موجبة
إزاحة أفقية سالبة
Stationary Machine
MTBM
الإزاحة
الماكينة
الثابتة
12:00
9:00
3:00
6:00
الماكينة المتحركة باتجاه 3:00
الماكينة المتحركة باتجاه 9:00
FIXTUR LASER

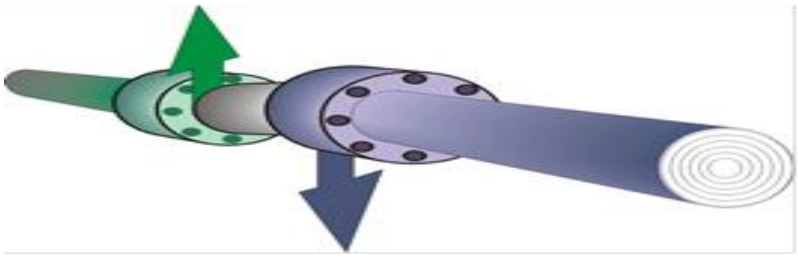
شرح الزاوية


زاوية أفقية موجبة
زاوية أفقية سالبة
Stationary Machine
MTBM
إزاحة
الماكينة
الثابتة
اقتران مفتوح عند 3:00
اقتران مفتوح عند 9:00
FIXTUR LASER



فوائد استقامة الأعمدة

- عند عدم استقامة الأعمدة تتولد قوى على الكوبلنج
- أظهرت الدراسات خلال العشرة سنوات الأخيرة ان ٥٠% من أعطال الماكينات تعود إلى ضعف الاستقامة.
- بعض الاستطلاعات أظهرت ان أكثر من ٩٠% من الماكينات يتم تشغيلها خارج حد سماح الاستقامة.

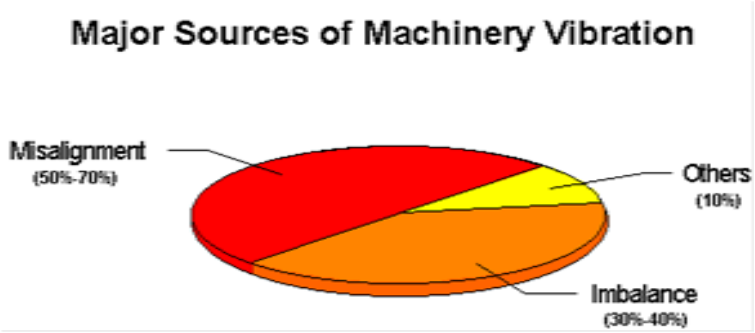


الفوائد:

١. تقليل الاهتزازات
٢. توفير الطاقة
٣. منع تأكل الأجزاء الميكانيكية
٤. زيادة سعة الإنتاج
٥. رفع جودة المنتج

١. تقليل الاهتزازات:

- حسب الرسم المرفق فإن السبب الرئيسي للاهتزازات هو عدم الاستقامة ويمثل من ٥٠% إلى ٧٠%
- يمثل عدم الاتزان العامل الثاني من الأسباب الرئيسية للاهتزاز بنسبة من ٣٠% إلى ٤٠%
- أسباب أخرى للاهتزازات وتمثل حوالي ١٠%



٢. توفير الطاقة:

- الاستقامة الصحيحة توفر استهلاك الطاقة حتى ١٥ % وأكثر
- لحساب التوفير في الطاقة
- قم بقياس أمبير الموتور قبل وبعد الاستقامة
- قم بحساب الفرق
- احصل على بيانات الموتور
- احصل على تكاليف الطاقة
- احسب الوفر في الطاقة KW من المعادلة التالية:

$$kW = \frac{(volts * amps * pf * 1{,}732)}{1000}$$

٣. منع تأكل الأجزاء الميكانيكية

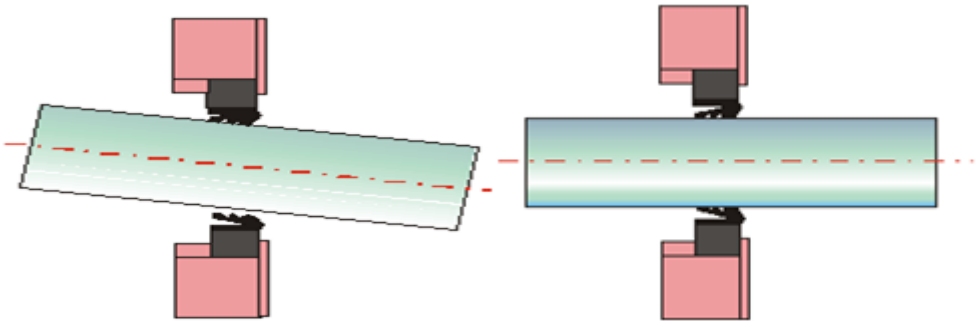
أولاً: الرولمان بلي

- زيادة الأحمال تؤثر على العمر الافتراضي للرولمان بلي بالسلب.
- مضاعفة الأحمال تقلل العمر الافتراضي للرولمان بلي إلى ١/٨ العمر الافتراضي المصمم له.
- يتم احتساب العمر الافتراضي للبلي عن طريق المعادلة التالية:

$$L_{10} = \left[\frac{\text{Bearing constant}}{\text{Bearing load}} \right]^3$$

ثانياً: الجوانات – السيلات

- عدم الاستقامة ينقص العمر الافتراضي للسيل بنسبة من ٥٠% إلى ٧٠%.
- مشاكل التزييت والتشحيم تحدث نتيجة تسرب السيلات والجوانات.



٤. زيادة سعة الإنتاج

- يعتمد الإنتاج الحديث اليوم على القدرة التشغيلية.
- توقف الانتاج يتكلف من ٥ إلى ٢٥ دولار لكل ساعة.
- بالإضافة إلى تكلفة استبدال المكونات.

٥. رفع جودة المنتج

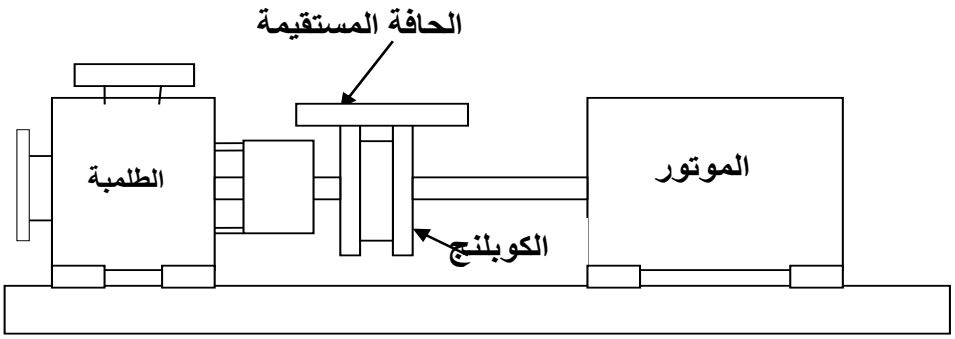
- تقليل مستوى الاهتزازات يقلل مستوى الأحمال المؤثرة على الأجزاء الميكانيكية مما يؤثر إيجابيا على المنتج نفسه.

طرق ضبط الاستقامة

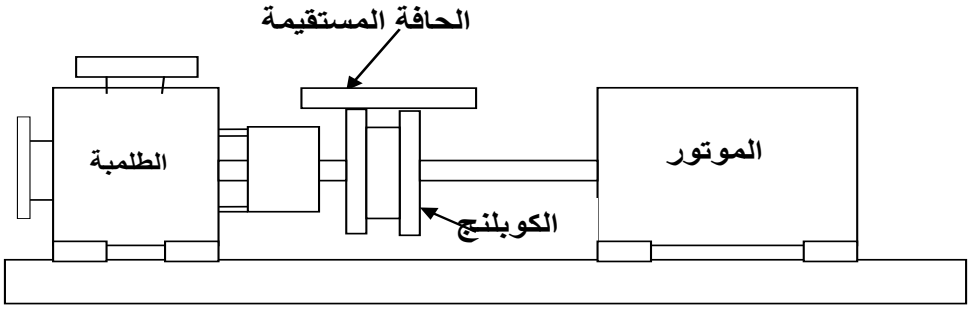
١. الطريقة الأولى الاستقامة باستخدام حافة مستقيمة Alignment with using straight edge:

هذه الطريقة بسيطة جدا وهى تعتمد على استخدام حافة مستقيمة (مسطرة معدن مثلا) وهذه الطريقة تصلح فقط عندما يكون نصفى الكوبلنج متساويان في القطر الخارجي وذو سطح مستو ويتم وضع كل من المضخة والموتور في أماكنهم على قاعدة التثبيت وتثبيت المضخة بالمسامير في القاعدة وترك الموتور حرا لتحريكه عند عدم الاستقامة وضبط الموتور إلى اقرب وضع للمحاذاة السليمة عن طريق النظر ثم تقوم بعمل الاتي:

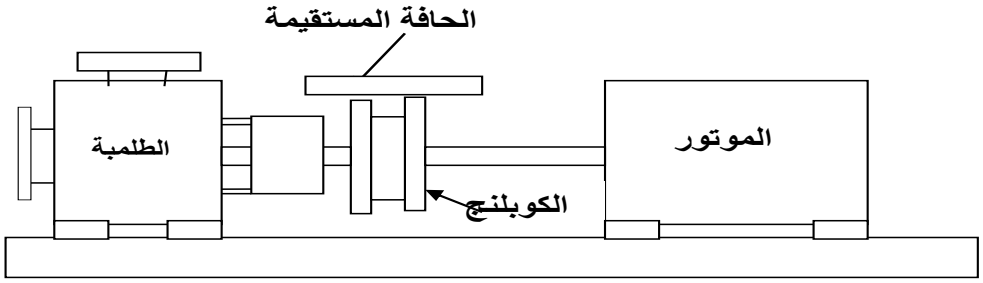
تقوم بوضع الحافة المستقيمة على نصفى الكوبلنج من أعلى بحيث تكون موازية لمحور الطلمبة والموتور وذلك لفحص الاستقامة الرأسية كما بالشكل التالي فإذا كنت المضخة في وضع محاذاة مع الموتور تكون حافتي المسطرة منطبقتين تماما على نصفى الكوبلنج كما بالشكل



وفى حالة عدم الاستقامة نجد أن احد نصفى الكوبلنج أعلى من الآخر كما بالأشكال التالية



في مثل هذه الحالة نحتاج إلى رفع الموتور بإضافة الرقائق المعدنية تحت الموتور حتى يتساوى نصفى الكوبلنج في الارتفاع.



في مثل هذه الحالة نحتاج إلى خفض الموتور بتقليل الرقائق المعدنية تحت الموتور حتى يتساوى نصفى الكوبلنج في الارتفاع.

نفس الخطوات يتم عملها ليتم ضبط الاستقامة الأفقية ولكن يتم وضع الحافة المستقيمة في احد الجوانب.

مميزات هذه الطريقة:

١. السهولة في التنفيذ وسرعه الأداء.
٢. عدم الحاجة إلى أجهزه معقده وباهظة الثمن (مثل أجهزة الليزر).

عيوبها:

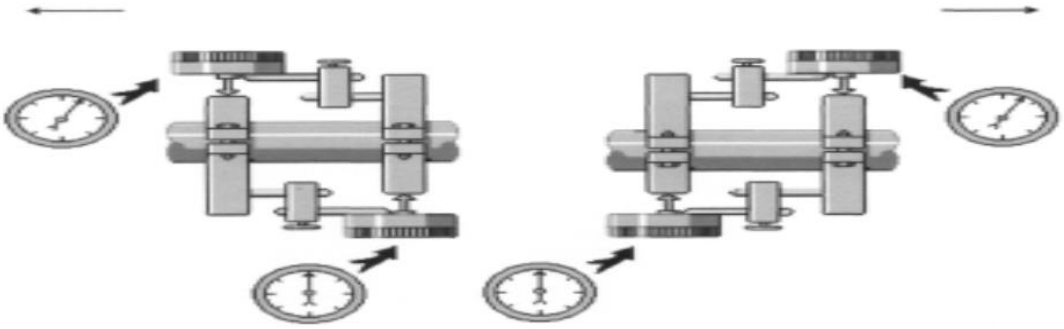
١. عدم الدقة ولذلك تستخدم في عمل محاذاة للمضخات الصغيرة والتي تدور بسرعات منخفضة.
٢. لا تصلح لجميع أنواع الكوبلنج.

٢. الطريقة الثانية الاستقامة باستخدام عدادات القياس Alignment with using dial indicators:

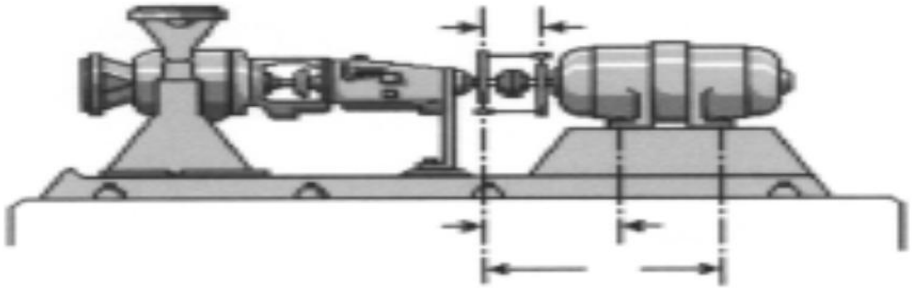
وهذه الطريقة تصلح لجميع أنواع الكوبلنج ويتم تنفيذها كالآتي:

١. يتم قياس sag الخاص بالعدادات (قياس العداد عندما يكون في وضع معكوس) الناتج من تأثير الجاذبية حيث يتم إضافته إلى قراءة العداد عند ضبط الاستقامة الرأسية وذلك عن طريق تثبيت الركائز الخاصة بتثبيت العدادات على ماسورة ذات قطر مناسب وبعد ذلك نقوم بتثبيت العدادات في وضع القياس على الركائز وجعل احد العدادات

اعلي وضبط المؤشر على الصفر ثم نلف الماسورة باليد ليصبح العداد أسفل ونأخذ قراءة المؤشر وتكون هذه قيمة sag كما بالشكل التالي.

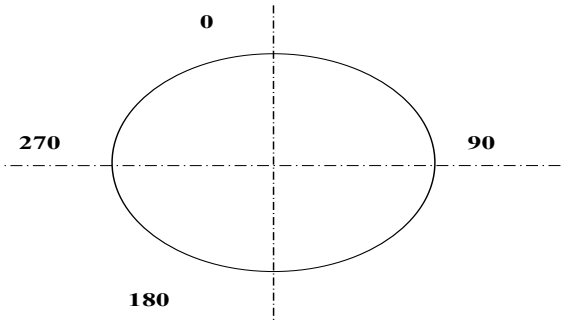


٢. يتم تثبيت الركائز الخاصة بتثبيت العدادات على نصفى الكوبلنج أو احدها على عمود الطلمبة والأخر على عمود الموتور.

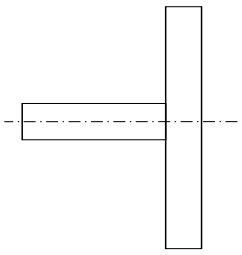


٣. يتم قياس المسافات بين مركز ركيزة التثبيت ناحية الطلمبة وبين مركز الركيزة الثانية (ناحية الموتور) وبينها وبين مركز أول مسمار تثبيت في للموتور وبينها ومركز أخر مسمار تثبيت في الموتور كما بالشكل السابق وتدوين هذه المسافات لاستخدامها في الخطوات التالية.

٤. يتم تقسيم وجه الكوبلنج إلي أربع قطاعات ٠ (أعلى)، ٩٠ (في الجانب الأيمن)، ١٨٠ (أسفل)، ٢٧٠ (في الجانب الأيسر)كما بالشكل التالي



0، 180 لضبط المحاذاة الرأسية



90، 270 لضبط المحاذاة الأفقية

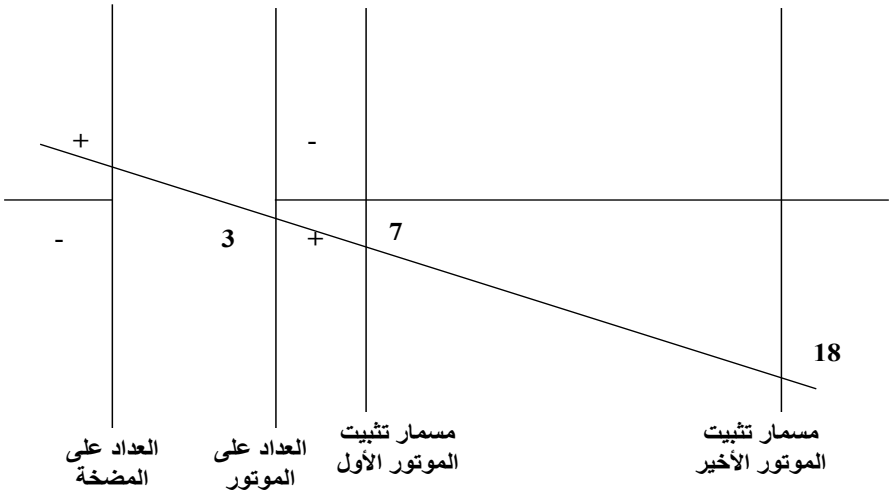
٥. يتم البدء في ضبط الاستقامة الرأسية أولا وذلك بجعل احد العدادات في الأعلى (الوضع ٠) ثم يتم ضبط المؤشر للعدادين على قيمة sag (إذا كان ٠,٠٠١" مثلا يتم ضبط المؤشر عليه وليس على الصفر)

٦. بعد ذلك ادر العمود بيدك حتى يصبح هذا العداد في الأسفل (الوضع ١٨٠) وخذ قراءة العدادان ولتكن+٠,٠١٠" & ٠,٠٠٦" ثم قم بقسمتها على ٢ لتصبح +٠,٠٠٥" & +٠,٠٠٣ " وسجلها.

٧. لاحظ أن دوران العداد يكون موجبا إذا دار في اتجاه عقارب الساعة والعكس يكون سالبا.

٨. ويتم توقيع هذه القيم على رسم بياني بعد عمل مقياس رسم مناسب (المحور الافقى لأبعاد الموتور والمضخة والرأسي لقراءة العدادات).

٩. ويتم توصيل النقطتين الناتجتين عن قراءتي العدادين بخط مستقيم ومده ليتقاطع مع الخطين الرأسيين (أماكن المسامير) وتكون القيم عند أماكن المسامير هي القيمة التي يجب تحريكها للموتور ففي مثل المثال المبين في الرسم التالي يجب خفض الموتور من الأمام ٠,٠٠٧" ومن الخلف ٠,٠١٨". ويتم اخذ قراءات حتى تكون قراءة العدادات داخل حيز السماح المحدد من مصنع المضخة وبذلك تكون الاستقامة الرأسية قد ضبطت.



نكرر الخطوات السابقة لضبط الاستقامة الأفقية ولكن بالنسبة لضبط الاستقامة الفقيه يتم جعل أحد العدادات في الجهة اليمني (الوضع ٩٠) وجعل المؤشر للعددين على الصفر(بدون قيمة sag) ثم الدوران ليصبح العداد في الجهة اليسرى للمضخة (الوضع ٢٧٠) واخذ القراءات للعدادين. وبعمل رسم بياني للمحاذاة الأفقية يتم ضبطها أيضا.

مميزات هذه الطريقة:

١. تصلح لجميع أنواع الكوبلنج.
٢. لا تحتاج إلى أجهزه مكلفه مثل أجهزة الليزر.

عيوبها:

١. عدم الدقة الكافية مثل أجهزة الليزر.
٢. تحتاج إلى وقت كبير لضبط الاستقامة.

٣. الطريقة الثالثة الاستقامة باستخدام أجهزة الليزر Alignment with using laser devices:

هذه الطريقة هي أدق الطرق الثلاث واقلهم في الوقت وأسهلهم في التنفيذ وتصلح لجميع المضخات بمختلف تطبيقاتها وتعتمد فكرتها على إرسال شعاع ليزر من مرسل في إحدى laser head يتم استقباله على مستقبل في laser head الآخر وعن طريق تحرك شعاع الليزر على إحداثيات المستقبل أثناء الدوران يقوم الجهاز analyzer بقياس الاستقامة ويعطى قيم تحرك الموتور أفقيا ورأسيا مباشرة. والطريقة تختلف حسب نوع ومنشأ الجهاز.

ثالثا استخدام تحاليل الغازات المذابة في زيت المحولات ودوره في الصيانة التنبؤية

تحليل الزيت

من المعروف جيدا أن التحليل الدوري للزيت مفيد في مراقبة حالة المحركات والتوربينات والمعدات التي يتم تزييتها بالزيت. وبالمثل يمكن قوله لزيوت المحولات والتي تستخدم لعزل العديد من المحولات ومعدات توزيع القدرة الكهربية.

تحليل زيوت العزل تعطى معلومات عن الزيت وكذلك تمكن من الكشف عن المشاكل الأخرى المحتملة مثل القوس الكهربي وتهالك ورق العزل والاخطاء المستترة الأخرى وهي جزء لا غنى عنه من برنامج الصيانة الكهربية ذو الترشيد الأمثل للنفقات.

التأكد من فاعلية المحول واستمرارية تشغيله

صيانة المحولات تطورت خلال الـ ٢٠ سنة الماضية من بند هام من بنود المصروفات إلى أداه استراتيجية من أدوات إدارة شبكات ودوائر النقل والتوزيع الكهربي. فالفاعلية واستمرارية التشغيل هي مطلب لتوزيع القدرة الكهربية بالرغم من أن مخاطر انهيار المحول والمعدات الكهربية المملؤة بالزيت تعد صغيره لكن عندما تحدث الأعطال والانهيارات فإنها تؤدى إلى تكاليف إصلاح عالية وأزمنة تعطل وتوقف طويل للخدمة واحتمال مخاطر تتعلق بالسلامة. بل اكثر من ذلك أن المحولات هي معدات غالية جدا فلا يمكن استبدالها بصفه متكررة فيجب صيانتها بصوره صحيحة لإطالة عمرها المتوقع.

عن طريق المراقبة الدقيقة لحالة الزيت فإن المشاكل التي تحدث فجأة يمكن اكتشافها قبل حدوثها ويمكن تجنب تعطل الخدمة. وكذلك يمكن الوصول لبرنامج صيانة أكثر كفاءة وفاعليه وكذلك يمكن تحديد التوقيتات المناسبة للتغيير والإحلال.

بعض الفحوصات هي بسيطة نسبياً:

عمل متممات الغاز، عمل مغير الجهد على الحمل، فحص تسريبات الزيت وهكذا. وبالرغم من ذلك فإن انهيار واحد من أهم العناصر نظام العزل بالورق للزيت يمكن فقط أن نكتشفه عن طريق تحاليل الزيت الروتينية.

معلومات هامة

عن طريق قياس الخواص الفيزيقية والكيميائية للزيت بالإضافة لتركيزات الغازات المذابة في الزيت فيمكن تحديد حالات وشروط عدد من المشاكل المرتبطة سواء المتعلقة بالزيت أو المحول والتالي هي بعض الاختبارات الشائعة التي تجرى على زيوت العزل الكهربي.

محتوى الرطوبة

أحد أهم الوظائف لزيت المحول هي العزل الكهربي. أي زيادة في محتوى الرطوبة يمكن أن يقلل خصائص العزل الخاصة بالزيت والتي يمكن أن ينتج عنها انهيار العزل. وذلك له أهمية خاصة حيث أن مع تذبذب درجة حرارة المحول ارتفاعا وانخفاضا مع تشغيل المحول وفصله فإن المياه المذابة تتحرر وتكون سائل متجمع يسبب ضعف قوة عزل الزيت وسوء حالته.

بالإضافة الى ان العديد من المحولات تحتوى على ورق مكون من السليلوز لعزل الملفات. أيضا ان محتوى الرطوبة المرتفع يمكن أن يسبب انهيار عزل هذا الورق وفقد في جودة أداؤه

الرقم الحمضي

مثلها مثل الزيوت الصناعية فان زيوت المحول تتأكسد تحت تأثير درجات الحرارة العالية والأكسجين خاصة في وجود جزيئات صغيره من المعدن تعمل كمحفز تؤدى إلى زيادة الرقم الحمضي ونتيجة لتكون الأحماض الكربوكسيليكيه فإن تفاعل آخر يمكن أن ينتج رواسب وبقع ورنيش. وفي السيناريو الأسوأ يمكن أن تسد قنوات الزيت ولا يحدث تبريد جيد للمحول والذي قد يؤدى لانهيار الزيت كما وان زيادة حموضة الزيت لها تأثير مدمر على الورق السليلوزى.

انحلال الزيت ينتج أيضاً منتجات ثانوية مشحونة مثل الاحماض والهيدروبروكسيدات والتي تقلل من خصائص عزل الزيت وزيادة الرقم الحمضي يصاحبها انخفاض في شدة عزل الزيت وارتفاع محتوى الرطوبة.

قوة العزل:

تعرف بانها اقصى جهد يمكن تحمله زيت المحول بدون انهيار كهربي. ونظرا لأن زيوت المحولات تعطى العزل الكهربي تحت تأثير الجهود المرتفعة، فان اي انخفاض في قوة العزل تكون مؤشرا لعدم صلاحية الزيت لأداء مهمته الأساسية.

تحليل الغازات المذابة في الزيت

تحليل الغاز المذاب (غالبا ما يشار إليها باسم DGA)، ويستخدم لتحديد تركيزات بعض الغازات في الزيت مثل النيتروجين، والأكسجين، وأول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون، والهيدروجين والميثان والإيثان والايثلين والأسيتيلين (ASTM D3612). يمكن أن تستخدم تركيزات والنسب النسبية لهذه الغازات لتشخيص مشاكل تشغيلية معينة لمحول، والتي قد تكون أو لا تكون مرتبطة مع تغيير في خاصية فيزيائية أو كيميائية لزيت العزل.

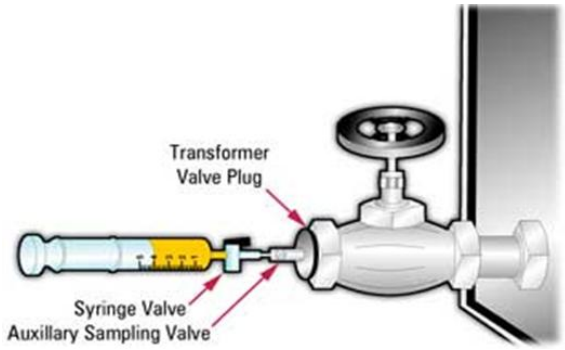
على سبيل المثال

ان مستويات عالية من أول أكسيد الكربون بالنسبة إلى غازات أخرى قد تشير إلى الانهيار الحراري لورق السيلولوز، في حين اذا كانت مستويات الهيدروجين عالية، بالتزامن مع غاز الميثان قد تشير إلى وجود كورونا التفريغ داخل المحولات.

الفيوران

مشتقات الفيوران هي مقياس لمدى تدهور ورق السليلوز. عند تهالك ورق السليولوز، فان ودرجة البلمرة تقل، لذلك تنخفض قوتها الميكانيكية. درجة البلمرة لا يمكن تحديدها إلا مباشرة عن طريق أخذ عينة من الورق، عملية معقدة جدا وتكاد لا يؤديها في الواقع العملي. ومع ذلك، فإن درجة البلمرة للورقة يمكن أن تكون ذات صلة مباشرة إلى تغير تركيز مشتقات الفيوران في زيت العزل. تكون مشتقات الفيوران نتيجة مباشرة لانهيار البنية البوليمرية لورق السليلوز.

الطريقة الصحيحة لأخذ عينة الزيت Proper Transformer Sampling (ASTM D923)



شكل رقم (٥) يوضح الطريقة الصحيحة لأخذ عينة الزيت

مثل تحليل زيوت المعدات فإن القدرة على تحليل زيت العزل لإعطاء تحذير مبكر عن تكون مشكله يعتمد على جودة عينة الزيت المرسلة للمعمل نقطة أخذ عينة الزيت لأي معده يجب تعريفها وتمييزها بملصق للفني المختص وكذلك يجب أن تؤخذ العينة كل مره من نفس النقطة للتأكد من اختبار العينة الممثلة لحالة الزيت هذه النقطة يجب إن تكون في موضع حيث يمكن أن تؤخذ عينه حيه من زيت متحرك وليس زيت ساكن أو بطيء الحركة.

فالمواقع التي لها جاذبيه نوعية أعلى من ١ مثل أسكارلز (نوع من أنواع زيوت المحولات) يجب أن تجمع من اعلي الزيت لأن المياه المتحررة المتجمعة تطفو في الأعلى. والمواقع التي لها جاذبيه نوعية أقل من ١ مثل زيوت المحول المعدنية والمواقع المركبة والزيوت السليكونيه فإن العينة يجب أخذها من قاع المحول لأن الماء المتحرر والمتجمع سوف يتجمع في الأسفل.

شكل رقم (٦) يوضح الطريقة الآمنة لأخذ العينة

يجب أن نأخذ في الاعتبار العديد من المتغيرات البيئية مثل درجة الحرارة والتكثف قبل أخذ العينة، الوضع المثالي لأخذ عينة زيت من جهاز كهربي أن تكون درجة الحرارة ٣٥ درجه مئوية أو أكثر ودرجة رطوبة تساوى صفر مئوي وعدم وجود رياح، وفي الظروف الباردة أو حيث يكون الرطوبة النسبية لأكثر من ٧٠ في المائة يجب عدم اخذ عينه لأن تلك الظروف سوف تزيد الرطوبة في العينة. فأخذ العينة خلال وجود رياح لا ينصح به لأن الغبار والرمال سوف تدخل على العينة النظيفة بسهوله لتغير من أعداد الجزيئات. إذا لم يمكن تجنب أخذ العينة حينما تكون درجة حرارة الجو صفر مئوي أو أقل فيجب عدم اختبار محتوى الرطوبة بها وكذلك يجب عدم اختبار أي خاصية تتأثر بوجود المياه مثل جهد انهيار العزل.

ولتحليل الغازات المذابة يجب عمل إجراء محكم يتضمن استخدام سرنجة زجاجيه والالتزام ببروتوكول محكم لأخذ العينة للتأكد من أن تركيز الغازات المذابة لا يتأثر بإجراءات أخذ العينة.

This procedure is described in detail in ASTM D3613.

تحليل الغازات المذابة في زيت المحول أصبح قياسيا في مجال الصيانة الكهربية في أنحاء العالم ويعتبر أهم تحليل لزيت المحولات في الأجهزة الكهربية. والأهم أن عينة الزيت يمكن أخذها في أي وقت وبدون فصل المحول مما يشكل نافذة لداخل الجهاز الكهربي تساعدنا في تشخيص وإصلاح وتحديد المشاكل والأعطال. كما أن المواد العازلة في المحول تنهار من الاجهادات الحرارية والكهربية الزائدة وتتكون النواتج الثانوية الغازية.

المنتجات الثانوية تكون بمثابة خصائص ودلائل مميزه لنوع وحالة الخطأ والعطل والمواد التي يحدث بها العطل ومدى شدته. فالقدرة على كشف وتحديد العديد من المشاكل المتنوعة هي التي تجعل من هذا الاختبار أداه قويه لكشف وتحديد حالات الأعطال ولكشف السبب الأساسي عند التحقيق بعد حدوث أعطال وانهيارات. فالغازات المذابة يمكن كشفها رغم تركيزاتها المنخفضة (بالجزء في المليون) والتي تسمح عادة بالتدخل والتصرف المبكر قبل حدوث العطل أو الانهيار ويسمح بتخطيط أعمال الصيانة وتقنية تحليل الغازات المذابة تتضمن سحب الغازات من الزيت وحقنها في جهاز الكروماتوجراف.

- **الغازات المذابة تتولد من الزيت المعدني والسليلوز الموجود في ورق العزل تتضمن:**
  - الهيدروجين
  - الميثان
  - الإيثان
  - الإيثلين
  - الأستلين
  - أول أكسيد الكربون
  - ثاني أكسيد الكربون

وكذلك فإن الأكسجين والنيتروجين دائما موجودين في العينة تركيزاتهم تتغير تبعا لنوع نظام الحفظ والحماية والوقاية المستخدم للمحول أيضا غازات مثل الالبروبان والبيوتان والبيوتين وغازات أخرى يمكن أن تتكون ولكن استخدامهم لأغراض تشخيص الأعطال غير شائع فتركيز الغازات المختلفة يعطى معلومات عن نوع العطل في بداية تكونه وكذلك مدى شدته.

على سبيل المثال الجدول يوضح ٤ فئات من الأعطال تم وصفها وتوضيح خصائصها

شدة عطل في بدايته تؤكد بالكمية الكلية للغازات القابلة للاشتعال الموجودة (أول أكسيد الكربون والهيدروجين والأستيلين والإيثلين والإيثان والميثان وكذلك معدل تولدها ونسبها بالنسبة لبعضها.

غالبية المحولات سوف تحتفظ بجزء كبير من الغازات المتولدة وبالتالي تعطى تاريخ وسجل تراكمي لانهيار وتلف المواد العازلة وتلك هي وسيله لتحديد وكشف ومتابعة المشاكل المتوقعة. ومع ذلك يجب العناية بتفسير القيم المسجلة عند تحليل زيت محول تم تشغيله لفترة طويلة والتي يمكن أن تتضمن غازات متبقية من أحداث سابقه.

لو ظهر غاز ميثان أو إيثان أو إيثيلين أو كمية صغيره من الأستيلين يعنى وجود إجهاد حراري متضمنا الزيت، لو ظهر غاز الهيدروجين والميثان وكمية صغيره من الأسيتلين والإيثان يعنى وجود تفريغ جزئي.

لو ظهر غاز هيدروجين وأستيلين وإيثلين يعنى وجود قوس كهربي مستمر ومطرد.

ظهور أول أكسيد الكربون وثاني أكسيد الكربون يعنى وجود إجهاد حراري على ورق العزل.

KEY GASES	GENERAL FAULT CONDITION
Methane, Ethane, Ethylene and small amounts of Acetylene	Thermal condition involving the oil
Hydrogen, Methane and small amounts of Acetylene and Ethane	Partial discharge
Hydrogen, Acetylene and Ethylene	Sustained arcing
Carbon Monoxide and Carbon Dioxide	Thermal condition involving the paper

Table 1: Categories of key gases and general fault condition

time analysis on service-aged transformers (several years old), which could contain residual gases from previous events.

بعض الغازات المتولدة متوقعه من تشغيل المحول لفترة طويلة وتأثر العزل بذلك ولذلك من الهام التفرقة بين معدلات تكون الغازات الطبيعية والزائدة فالتكون الطبيعي للغازات نتيجة للتشغيل لفترة طويلة يختلف تبعا لتصميم المحول وتحميله ونوع مواد العزل المستخدمة فيه وعادة فإن معدلات تكون الغازات تستعمل لتعريف السلوك غير الطبيعي. الاستيلين يعتبر أهم غاز متولد حيث أن كميه كبيره من الطاقة تكون مطلوبة لتكوين الاستيلين والذي يتكون من انهيار الزيت تحت درجة حرارة أعلى من ٧٠٠ درجه مئوية فالحرارة المرتفعة جدا للزيت سوف تولد الغاز بتركيزات منخفضة ومع ذلك فإن التركيزات العالية من الاستيلين هي دلائل نمطيه على القوس الكهربي المطرد. وهي من أهم مشاكل المحول التي تؤدى لانهياره إذا لم يتم اختبارها ومراجعتها وتحليل الغازات المذابة في الزيت ليس فقط وسيله تشخيصيه ولكنها وسيله لمنع انهيار الجهاز.

يمكن تقسيم الغازات الناتجة كاللاتي:

١. غازات ناتجة من تحليل الزيت هي:

• غاز الهيدروجين ويرمز له	• H_2
• غاز الميثان ويرمز له	• CH_4
• غاز الإيثان ويرمز له	• C_2H_6
• غاز الاثيلين ويرمز له	• C_2H_4
• غاز الاستيلين ويرمز له	• C_2H_2

٢. غازات ناتجة من تحلل المواد السليولوزية (Celluosie) وهى:

أول أكسيد الكربون ويرمز له CO.ثاني أكسيد الكربون ويرمز له CO_2. نتيجة درجات حرارة التشغيل العادية يحدث تحلل بسيط للزيت وينتج عنه غازي هيدروجين وميثان. إذا كان مستوى الطاقة مرتفع، وحدثت بقع ساخنة (Hot Spots) يمكن أن ترتفع درجات الحرارة من ١٥٠°م إلى ١٠٠٠° م مسببة تحلل الزيت.

ويمكن حدوث أي من الحالات الآتية:

- عند درجة الحرارة المنخفضة ينتج غاز الميثان CH_4
- عند درجة الحرارة المرتفعة ينتج غاز الإيثان C_2H_6 يصاحبة قوس كهربي.
- إذا ارتفعت درجة الحرارة إلى ٣٠٠٠° م ينتج غاز الاستيلين C_2H_2.
- يجب معرفة أنة نتيجة التشغيل العادي يحدث تشكيل للغازات، ولا يكون هناك أي أعطال، كذلك في المحولات الجديدة أو المحولات التي تم إعادة ملئها بالزيت يمكن أن تتكون غازات بالزيت، مصادر هذه الغازات **يمكن تلخيصها كاللاتي:**

١. تشكيل غازات خلال عمليات التكرير، ولا يمكن التخلص منها بواسطة عمليات طرد الغازات من الزيت (Oil Degassing).
٢. غازات تتشكل خلال عمليات التجفيف وغمس المحولات في المصنع.
٣. غازات تتشكل نتيجة أعطال سابقة ولم يمكن التخلص منها بالكامل أثناء عمليات التكرير.
٤. غازات تتشكل أثناء عمليات التصليح مثل لحام النحاس،.....

للتغلب على هذه المشاكل، تقترح المواصفات العالمية القياسية، أن يتم عمل تحليل للغازات الذائبة بعد تشغيل المحول، وتسمى (Benchmark) وتعتبر كمرجع للمحول عند عمل تحليل لغازات المحول بعد ذلك، وتختلف من محول إلى محول أخر.

خلال عمليات التشغيل العادي، يمكن أن تتشكل غازات أول وثاني أكسيد الكربون (CO, CO_2)، وعلى ذلك فان جميع الغازات تتركز بنسبة أكبر كلما زاد عمر المحول.

المواد العازلة السليوزية Cellulosie

ينتج عن تحلل المواد العازلة السليولوزية كل من غازي أول وثاني أكسيد الكربون (CO، CO2) بنسب مرتفعة أكبر من الغازات الأخرى، وكذلك ينتج كل من أول وثاني أكسيد الكربون نتيجة التشغيل العادي للمحولات، وتزيد النسبة بزيادة عمر المحول، بالإضافة إلى أنة نتيجة عمليات التجفيف، ثم ملء المحولات بالزيت بالمصنع، يحدث تحليل للمواد العازلة السليولوزية، نتيجة لذلك فأن بعضاً من غازي (CO، CO2) تبقى بالمحول.

كذلك فأن المحولات التي تملأ بغاز CO أثناء عمليات النقل، يكون من الصعوبة التخلص منة بعد ذلك، ولذا يجب أن تؤخذ في الاعتبار بعد ذلك،، عند عمل تحليل لنسب الغازات الذائبة بالإضافة إلى ذلك فان المحولات التي تحتوى على خزان احتياطي يمكن أن يدخل غاز CO2 مع الهواء الجوى إلى حوالي ٣٠٠ ميكرولتر لكل لتر من الزيت، وعلى هذا فأنه عند تحليل الغازات الذائبة بالزيت تكون كمية CO2 الناتجة إما من المواد السليولوزية نتيجة الأسباب السابقة، أو نتيجة عطل بالمواد السليولوزية.

التركيز المسموح به للغازات المذابة في زيت المحولات

الغاز	أقل من أربع سنوات في الخدمة	سنوات في 6-4 الخدمة	أكثر من عشر سنوات في الخدمة
هيدروجين	100/150	200/300	200/300
ميثان	50/70	100/150	200/300
استلين	20/30	30/50	100/150
ايثلين	100/150	150/200	200/400
ايثان	30/50	100/150	800/1000
أول أكسيد	200/300	400/500	600/700
الكربون	3000/3500	4000/5000	9000/12000
أول أكسيد الكربون			

جدول رقم (١٢) يوضح التركيز المسموح به للغازات المذابة في زيت المحولات الوحدات جزء من المليون (Part per Million (PPM

الطرق العامة لتفسير النتائج

١. قوس كهربي في الزيت بدون تحلل لأي مواد عازلة صلبة.

الغازات المخلوطة تكون:

- هيدروجين ٦٠-٨٠% من الحجم.
- أستلين ١٠-٢٥% من الحجم.
- ميثان ١,٥-٣,٥% من الحجم.
- اثيلين ١- ٢% من الحجم.

٢. قوس كهربي خلال المواد العازلة الصلبة:

الغازات الناتجة من حدوث قوس في الزيت مع جزء خلال مادة عازلة صلبة مثل الورق أو الورق المضغوط عبارة عن كمية كبيرة من غاز الهيدروجين والاستيلين مصحوباً بكمية كبيرة من أول أكسيد الكربون، نسبة الميثان اكبر منه في الحالة الأولى.

٣. تفريغ جزئي في مادة السليلوز وفى الزيت:

الغازات الرئيسية في هذه الحالة هي الهيدروجين، ميثان، أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون، بينما غاز الاسيتيلين لا يظهر.

٤. تحلل حراري للزيت:

يحدث تحلل حراري عند درجة حرارة ٤٠٠ مْ ويزيد بزيادة ارتفاع درجة الحرارة وشكل الغازات يكون جزيئيات منخفضة هيدروكربونية أساسا، ميثان، ايثان، اسيتيلين، هيدروجين وعند درجة حرارة ٦٠٠ مْ فإن الغازات المخلوطة تتكون من ميثان وهيدروجين. يوجد أيضا ثاني أكسيد الكربون ولكن يتحلل عند درجات الحرارة الأعلى.

٥ تحلل حراري لمادة سليلوز وللزيت:

في هذه الحالة الغازات الأساسية عبارة عن ثاني أكسيد الكربون وأول أكسيد الكربون بالإضافة إلى الهيدروجين عند درجات الحرارة أعلى من ٥٠٠ مْ.

الجدول يلخص التفسير العام للنتائج.

طريقة روجرز لتفسير النتائج Roger's Method هذه الطريقة ممتازة في حالة الغازات الهيدروكربونية. بمعرفة نسبة الغاز يمكن الكشف عن نوع العطل.

باستخدام هذه الطريقة لا يحتاج لمعرفة حجم عينة الزيت.

في هذه الطريقة يتم استخدام أربع نسب للغازات هي: ميثان \ هيدروجين، ايثان \ ميثان، ايثلين \ ايثان، استيلين \ اثيلين (CH4/H2، C2H6/CH4، C2H4/C2H6، C2H2/C2H4).

هذه النسبة يمكن أن تكون أكبر من الواحد أو أقل.

تفسير النتائج بمعرفة نسبة التركيز للغازات الذائبة في الزيت الطريقة المتفق عليها لتشخيص الأعطال عن طريق حساب النسبة بين تركيز الغازات التالية.

استيلين\اثيلين، ميثان\هيدروجين، ايثلين\ايثان. (CH4/H2، C2H4/C2H6، C2H2/C2H4)

طريقة نسبة روجر لتحليل نتائج الغازات المذابة في زيت المحول:

أكواد نسب الغازات:

أكواد النسب (Ratio Codes)	نسب الغازات (Gas Ratios)
i	CH4/H2 الميثان / الهيدروجين
j	C2H6/CH4 الإيثان / الميثان
k	C2H4/C2H6 إثيلين / إيثان
l	C2H2/C2H4 أستلين / إيثلين

جدول رقم (١٣) يوضح أكواد نسب الغازات

Ratio Code	Range	Code
i	≤ 0.1	5
	>0.1<1.0	0
	≥1.0,<3.0	1
	≥3.0	2
j	<1.0	0
	≥1.0	1
k	<1.0	0
	≥1.0,<3.0	1
	≥3.0	2
l	<0.5	0
	≥0.5,<3.0	1
	≥3.0	2

جدول رقم (١٤) يوضح أكواد نسب الغازات

التشخيص	I	K	J	i
الاستهلاك الطبيعي	0	0	0	0
تفريغ جزئي	0	0	0	5
زيادة طفيفة في درجة الحرارة أقل من ١٥٠ درجه مئوية	0	0	0	1-2
زيادة في درجة الحرارة بين ١٥٠ درجه مئوية و ٢٠٠ درجه مئوية	0	0	1	1-2
زيادة في درجة الحرارة بين ٢٠٠ درجه مئوية و ٣٠٠ درجه مئوية	0	0	1	0
ارتفاع في درجة حرارة الموصلات	0	1	0	0
تيارات دواره في الملفات نتيجة عدم ترتيب الملفات	0	1	0	1
تيارات دواره في القلب الحديدي وجسم الخزان والوصلات	0	2	0	1
ومضه كهربيه بدون تدفق قدره كهربيه خلالها	1	0	0	0
قوس كهربي مرت قدره كهربيه خلاله	1-2	1-2	0	0
شراره كهربيه مستمرة حتى الـ FLOATING POTENTIAL	2	2	0	0
تفريغ جزئي مستمر	1-2	0	0	5

جدول رقم (١٥) يوضح بيان بالأعطال المحتملة طبقاً لأكود نسب الغازات

وبذلك من خلال الدراسة السابقة لتحليل الغازات المذابة في زيت المحولات يمكن تحديد الأعطال المحتملة في الأجزاء الداخلية للمحول ومن ثم تحديد الصيانات المطلوبة وكذلك عن طريق المنحنيات البيانية السنوية لتحاليل الغازات يمكن تحديد العمر الافتراضي للمحول

الضوضاء:

- أنه من المستحيل منع الضوضاء عند تشغيل ماكينات لذلك يجب تقليل الضوضاء المتولدة من المحطة إلى أقل ما يمكن.
- ولضمان عدم زيادة مستويات الضوضاء أثناء مدة وجود المُعدة في الخدمة يتم تحقيق ذلك بالتشحيم المنتظم والتغيير الفوري للأجزاء المتآكلة مثل رولمان البلى والصيانة السليمة لمخفضات الصوت والأجهزة الأخرى.
- عند استخدام بعض العدد والماكينات في أغراض الصيانة فقد تتولد مستويات عالية من الضوضاء وخاصة اذا استخدمت في الأماكن المغلقة ولذلك فإن استخدام سدادات الأذن يكون ضروريا.

الحماية من الضوضاء:

لأنه قد يحدث فقدان سمع دائم عند التعرض للضوضاء لمدد طويلة لذلك يتم:

- توفير سدادات لحماية الأذن لكل من يعمل أي فترة من الزمن في غرف محركات الطلمبات وعنابر التوليد أو في أي موقع آخر يوجد به مستوى عالي من الضوضاء في الأماكن التي تكون مستويات الضوضاء بها أعلى من المستويات التي يتقرر رسميا أنها ضارة بالسمع وأنه في حالة شعور المشغل بعدم ارتياح فعليه استخدام سدادات الأذن لحمايتها.

إن التعرض للضوضاء قد يسبب عدم ارتياح وصداع وضعف التركيز مما يؤدى إلى مستوى عمل غير مناسب واحتمالات وقوع حوادث.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**
- **و مشاركة السادة :-**

➢ **مهندس/ أشرف لمعي توفيق**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ السيد رجب شتيا**	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
➢ **مهندس/ أيمن النقيب**	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
➢ **مهندس/ خالد سيد أحمد**	**شركة مياه القاهرة**
➢ **مهندس/ طارق ابراهيم**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ علي عبد الرحمن**	**شركة صرف صحي الاسكندرية**
➢ **مهندس/ علي عبد المقصود**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ محمد رزق صالح**	**شركة مياه وصرف صحي البحيرة**
➢ **مهندس/ مصطفي سبيع**	**شركة صرف صحي القاهرة**
➢ **مهندس/ وحيد أمين أحمد**	**شركة مياه القاهرة**
➢ **مهندس/ يحي عبد الجواد**	**شركة مياه وصرف صحي الدقهلية**