



شرکت ملی پالایش و پخش فرآورده های نفتی ایران
شرکت پالایش نفت اصفهان (سهای خاص)

اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان

اصول و روشهای هم محوری دستگاهها و ماشین الات دوار

MACHINERY ALIGNMENT METHODS

تهیه و تنظیم:

مهندس مهدی نصر آزادانی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	پیش گفتار.....
۳	مقدمه
۴	تعریف هم محوری.....
۶	خسارت های ناشی از نا هم محوری.....
۸	اصول نصب دستگاهها
۱۰	گروت ریزی وانواع گروت.....
۱۲	سیستم های لوله کشی.....
۱۲	نگهدارنده های فنری ونحوه تنظیم کردن آنها.....
۱۷	انواع تجهیزات هم محوری هم محوری
۲۰	ساختمان و اصول کار ساعت های اندازه گیر
۲۲	انواع روش های هم محور کردن دستگاه ها با ساعت های اندازه گیر ومزایاومعیایب آنها..
۲۷	معیایب ساعت های اندازه گیر
۲۸	مقدمات هم محوری
۲۹	مسائلی که قبل از Alignment باید مد نظر قرار گیرد
۳۵	مراحل عملی هم محور سازی.....
۳۶	تعیین موقعیت یک خط در فضا
۳۹	معادلات و روابط ریاضی هم محوری به روش Face & Round.....
۴۷	معادلات و روابط ریاضی هم محوری به روش Two Face & Round
۵۰	معادلات و روابط ریاضی هم محوری به روش Face-Face Distance
۵۳	معادلات و روابط ریاضی به روش Reverse
۵۹	حل مسائل هم محوری به روش ترسیمی.....
۶۲	اپتیمم سازی شرایط Alignment.....
۶۵	تولرانس های هم محوری
۶۶	مسائلی که باعث تغییر Alignment می شود.....
۶۷	روش های برآورد میزان رشد حرارتی.....
۶۹	اصول کار سیستم های لیزری هم محور سازی Optalign
۷۱	مراحل کار با سیستم های لیزری.....

بنام خدا

پیش گفتار

سپاس بیکران پروردگار بکتا را که به انسان قدرت اندیشیدن بخشید تا به باری آن راه ترقی و تعالی را بی‌مایند. جزوه ای که در پیش رو دارید خلاصه ای از تئوری ها، روابط و معادلات Alignment به روشهای مرسوم صنعتی است که با توجه به اهمیت زیاد آن روی شرایط کار و طول عمر دستگاهها و ماشین آلات و نیاز اساسی کلیه تکنسین های تعمیرات و همچنین گمبود منابع فارسی مناسب در این زمینه تهیه شده تا تجربه های چندین ساله خود در این زمینه که غالباً در طی دوره های آموزشی متعددی چند سال گذشته در اداره آموزش شرکت پالایش نفت اصفهان و صنایع دیگر مطرح شده به رشته تحریر در آمده و تقدیم کلیه علاقه مندان و همکاران نمایم که امیداست مورد استفاده واقع گردد.

بیشتر بحث های مطرح شده در این مقوله مربوط به Alignment با استفاده از ساعت های اندازه گیر به روش های معمول است که با توجه به این که در اکثر صنایع Alignment به درستی انجام نمی شود و یا به روش های سعی و خطا و در زمان طولانی انجام می شود در این مقوله سعی شده فرمول ها و روابط ریاضی و روش های ترسیمی به زبان ساده و با حل مثال های متعدد مورد بحث و بررسی قرار گیرد تا انشاء... در حداقل زمان ممکن بتوان به نتیجه مطلوب دست یافت. البته قضاوت در مورد اینکه جزوه حاضر تا چه حدی به اهداف فوق دست یافته بر عهده خوانندگان خواهد بود که بی صبرانه منتظر نظرات و پیشنهادات کلیه عزیزان هستیم تا انشاء... بتوانیم در چاپ های بعدی در جهت تکمیل مطالب مد نظر قرار دهیم.

البته لازم به توضیح است که کار هم محور سازی هم مثل رانندگی نیاز به تجربه و کار عملی دارد و همینطور که کسی با خواندن یک کتاب و یا شرکت در دوره های آموزشی رانندگی نمی تواند راننده خوب و ماهری شود همین طور هم هیچ کس با خواندن یک جزوه آموزشی و استفاده از چند فرمول و رابطه نمی تواند یک دستگاه را به نحو احسن هم محور نماید که امید است با آشنائی و شناخت هر چه بیشتر مهندسی و تکنسین ها و مکانیک های ماشین آلات با روش های اصولی Alignment قدمی هر چند کوچک در جهت بالا بردن بهره وری صنعتی و افزایش طول عمر دستگاه ها و ماشین آلات کشور عزیزمان برداشته باشیم. اگر این مجموعه اجری داشته باشد آن را تقدیم روح ملکوتی امام راحل و شهدای راه وطن و روح پرفتوح پدر و مادرم که حقا هر چه دارم از آنهاست می نمایم.

مهدی نصر آزادانی

مقدمه

با عنایت به افزایش رو به رشد جمعیت جهت رفع نیازهای روزمره بشری نیاز به تولید بیشتر در همه زمینها کاملاً ضروری به نظر می رسد. برای ماشین های دوآری که در صنعت مورد استفاده قرار می گیرند سعی و تلاش در جهت افزایش توان و سرعت دستگاه ها با کم کردن صدمات و خسارت ها و کم کردن هزینه های تعمیراتی آنها است.

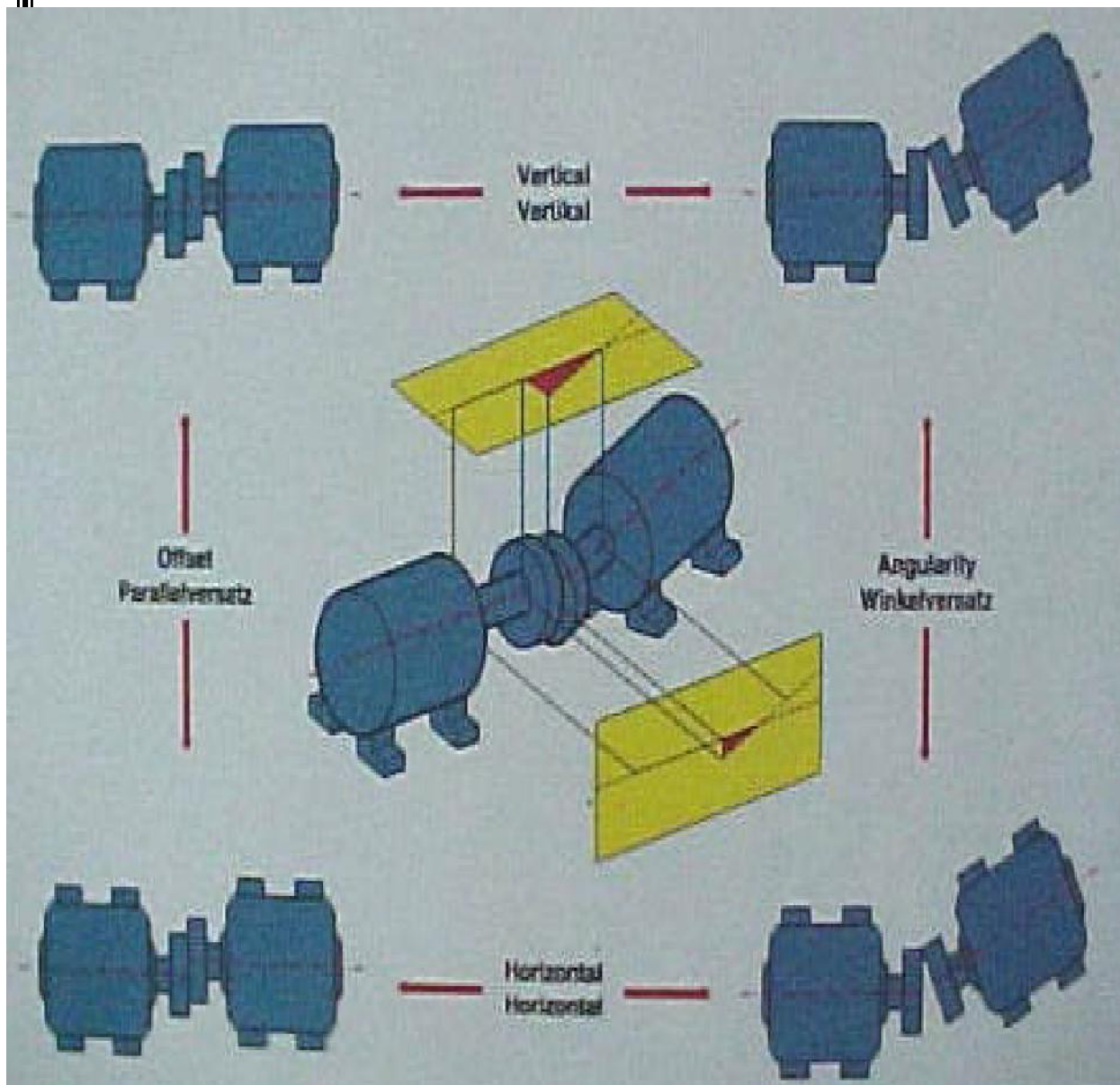
برای رسیدن به سرعت های بالا اولین مسئله ای که مطرح است بالانس بودن دستگاه و همچنین هم محوری دقیق ماشین های با دور بالا است که اگر این فاکتورها به درستی مد نظر قرار نگیرند موجب افزایش ارتعاشات، سایش های ناگهانی برینگ ها و کاپلینگ ها، خرابی چرخ دنده ها، کاهش طول عمر مکانیکال سیل ها و... می شود که این مسائل از لحاظ اقتصادی و قابلیت اعتماد برای ماشین های بزرگ بسیار حیاتی و حائز اهمیت است.

بالانس کردن دستگاه در کارخانه های سازنده و کارگاه های تعمیراتی دارای اهمیت زیادی است که باید به آن توجه زیادی داشت که این کار معمولاً توسط دستگاه های پیشرفته و گران قیمت بالانس انجام می شود و واقعاً تأثیر بسزایی در افزایش طول عمر دستگاه ها و ماشین آلات صنعتی و غیرصنعتی دارد. ولی مسئله حائز اهمیت دیگر نحوه کوپله کردن دستگاه های با دور بالا است که در صورت هم محور نبودن دستگاه ها می تواند باعث ایجاد خسارت های بسیار جدی روی آنها گردد. با توجه به اینکه انجام عملیات هم محوری با هزینه ای بسیار ناچیز قابل انجام است ولی متأسفانه گاهی کمتر مورد توجه قرار می گیرد یا به روش مناسبی انجام نمی شود ولی مسلماً انجام هر هم محوری حتی با روش های کم دقت و تجهیزات ابتدائی (حتی نیغ اره ای) بهتر از اصلاً هم محوری نکردن دستگاه است.

بطور کلی هم محور کردن عملی است که احتیاج به صرف وقت و حوصله زیادی دارد (بالخص برای ماشین آلاتی که جدیداً نصب می شوند) که اگر این کار توسط افراد متخصص آموزش دیده و کار آزموده و به روش درست با دستگاه های مخصوص انجام نشود موجب کاهش طول عمر ماشین آلات می شود و لذا واقعاً لازم است کلیه سرپرستان واحدهای تعمیراتی بطور کامل از تجهیزات و روش های انجام آن دانش مختصری داشته باشند تا بتوانند این امر مهم را به نحو احسن انجام دهند که در این مقوله سعی شده بحث هم محور سازی و کلیه مواردی که با آن مرتبط است بطور مختصر و فشرده مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

تعریف هم محوری

هم محوری به معنی در یک راستا قرار دادن محور تقارن چرخشی یک ماشین با ماشین مقابلی است که با آن کوپله می شود یعنی حالتی که امتداد محورهای چرخش (محورهای تقارن) دو ماشین بر روی یک خط قرار گیرند و هر حالتی که وضعیت فوق را بر هم زند باعث می شود محورهای تقارن دو دستگاه در یک امتداد واقع نشود نا هم محوری Missalignment گفته می شود. بطور کلی نا هم محوری یک دستگاه را می توان به چهار نا هم محوری اصلی تجزیه نمود که دو حالت آن (نا هم محوری زاویه ای و موازی) در صفحه افق و دو تای دیگر آن (نا هم محوری زاویه ای و موازی) در صفحه قائم می باشد. نا هم محوری زاویه ای Angularity حالتی است که دو محور با یکدیگر زاویه تشکیل دهند و نا هم محوری موازی Offset حالتی است که دو محور با همدیگر موازی باشند ولی امتداد آنها در یک راستا نباشد (شکل زیر).



انواع ناهم محوری در ماشین آلات

انواع ناهم محوری در ماشین آلات شامل موارد زیر است:

۱- ناهم محوری بودن محورهای تقارن دو ماشینی که با هم کوپله می شوند.
۲- ناهم محوری بودن قطعاتی که روی یک محور مونتاژی شوند اعم از کوپلینگ ها سیلیوبال برینگ ها و سیلیومکانیکال سیل ها و ...

۳- ناهم محوری بودن هوزینگ برینگ ها با محور تقارن دستگاه و همچنین باهمدیگر

۴- ناهم محوری بودن رابط بین دو دستگاه Spacer با محورهای دو دستگاه

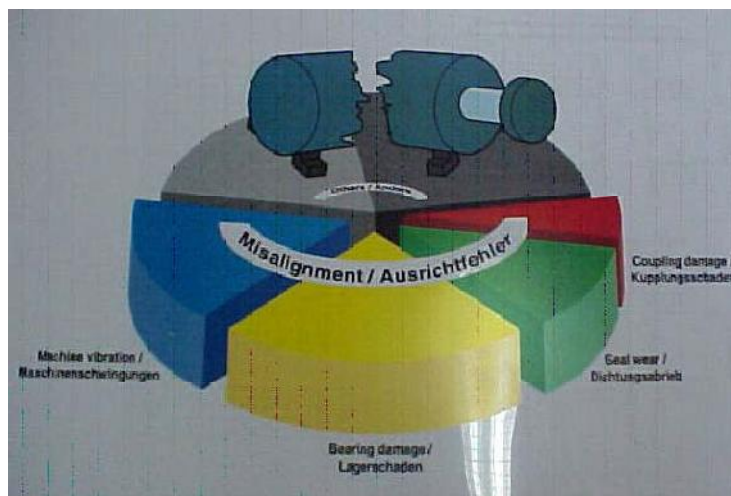
البته با عنایت به گستردگی مباحث فوق در این مقوله سعی شده مورد اول که مربوط به هم محوری کردن دو ماشین است مورد بحث قرار گیرد.

بطور کلی اگر تصاویر دو خط از نظر زاویه ای و موازی بودن در دو صفحه عمود بر هم (که معمولاً صفحات و افق و قائم را در نظر می گیریم) بر هم منطبق باشند می توان ادعا کرد که دو محور در فضا با هم هم محور می باشند. عملیات هم محوری در دو مرحله یکی در صفحه افق با حرکت دادن ماشین به توسط Jack Bolt ها و دیگری در صفحه قائم با گذاشتن یا برداشتن مقدار شیمز لازم زیر پایه های ماشین انجام می شود.

که در عمل معمولاً یکی از دستگاهها (دستگاهی که امکان حرکت آن به واسطه درگیر بودن بالوله های ورودی و خروجی مثل پمپ یا کمپرسور و ... وجود ندارد یا کم است) را ثابت در نظر گرفته و دستگاه دیگری که امکان اجازه حرکت بیشتری برای آن وجود دارد (مثل الکتروموتور نوریین بخاری یا گازی و یا گیربکس ها و ...) را متحرک و با انجام حرکت های لازم روی دستگاه مقابل آن را نسبت به دستگاه دیگر هم محور می شوند

خسارت های ناشی از ناهم محوری

همانطوری که در شکل زیر ملاحظه می کنید اکثر مسائل و مشکلاتی که باعث ایجاد خسارت های جدی روی ماشین آلات می شود ناشی از ناهم محوری Misalignment دستگاه ها و ماشین آلات است.

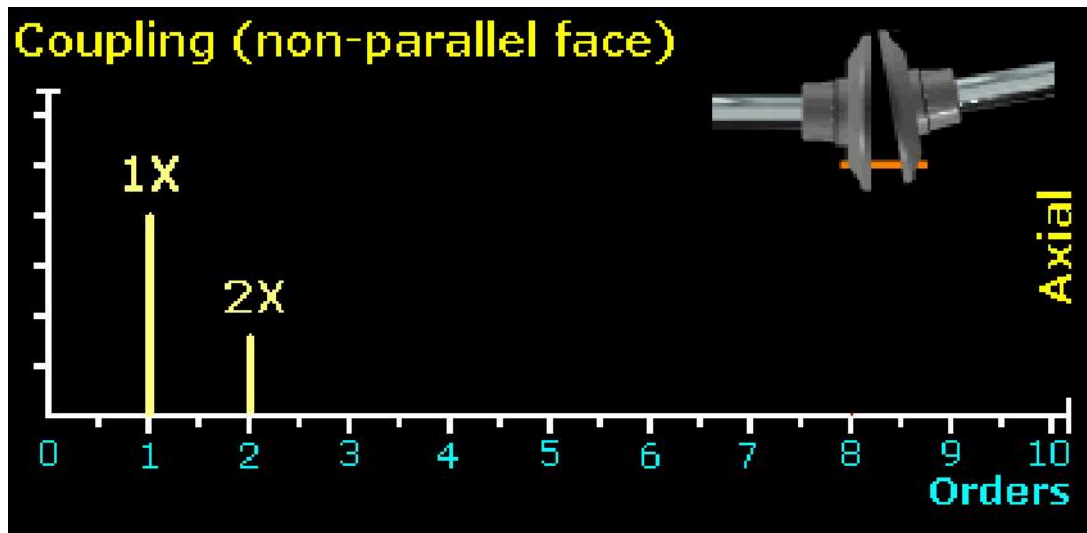


مسائل ومشكلات ناشی ازناهم محوری روی ماشین آلات شامل:

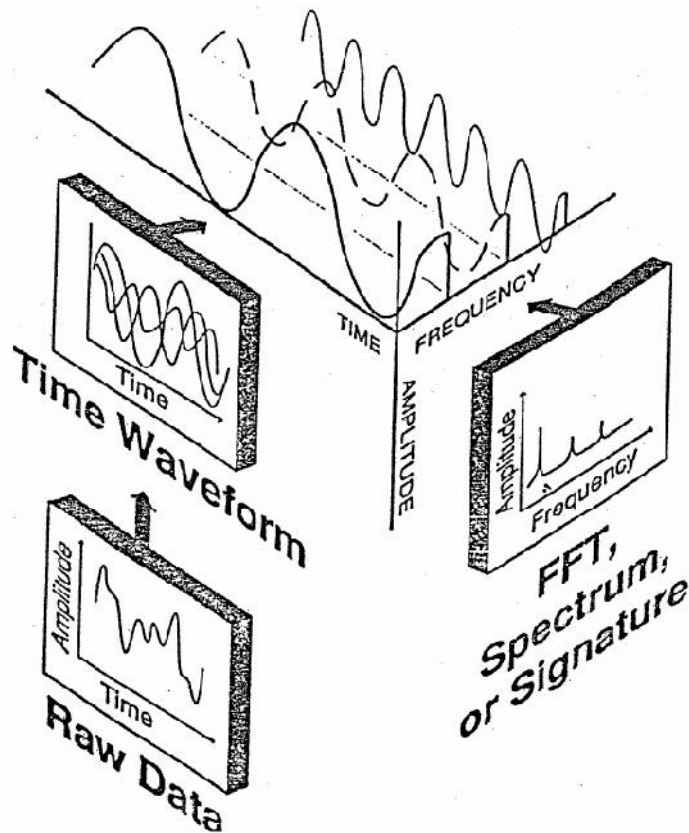
- ۱-افزایش ارتعاشات دستگاه ها
 - ۲-نشتی وخرابی زودرس مکانیکال سیل ها
 - ۳-کاهش طول عمر پانچان ها
 - ۴-خرابی های چرخ دنده های گیرباکس ها
 - ۵-خرابی کوپلینگ ها
 - ۶-افزایش تلفات مکانیکی
 - ۷- کاهش قابلیت اعتمادو ضریب ایمنی دستگاه
- که ذیلا نیز به مواردفوق پرداخته می شود.

تأثیرات ناهم محوری روی مقدار ارتعاشات دستگاه ها

وقتی دو دستگاه با هم کوپله می شوند محورزهای آنها باهم یک محور واحد را تشکیل می دهند و در صورتی که باهم نا هم محوری باشند (محورهای تقارن آنها روی هم واقع نشده باشد) باعث می شود توزیع جرم حول آن محور تقارن واحد بصورت یکنواخت توزیع نشود (مثل یک شافت خمیده) که می تواند باعث نابالانسی جرمی را بنماید و ایجاد ارتعاشات در فرکانس برابر دور را باعث شود. همچنین به علت موازی نبودن کوپلینگ ها (که فاصله آنها در یک نقطه کم و در نقطه دیگر زیاد است) باعث حرکت محوری شافت در هر دور محور شده و چون در هر دور محور باز وبسته شدن کوپلینگ ها دو مرتبه اتفاق می افتد باعث ارتعاشات روی فرکانس دو برابر دور روی دستگاه های آنالیز ارتعاشات شود.



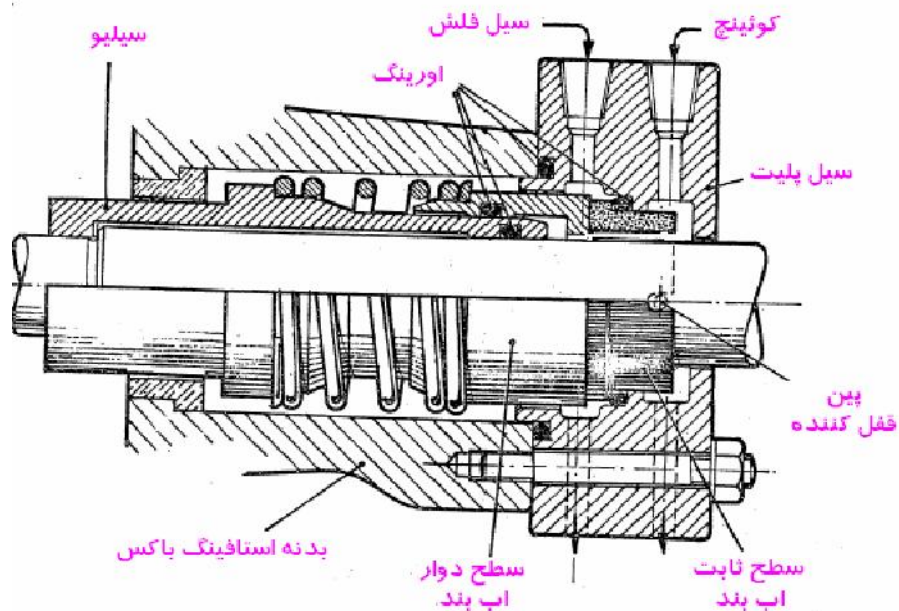
با توجه به توضیحات فوق حتی اگر از کوپلینگ های با Felexibility بالا هم استفاده شود انجام هم محوری دقیق الزامی است چون مجموعه نا هم محور مثل یک شافت خمیده رفتار می کند (لازم به ذکر است که حداکثر خمیدگی مجاز محورها بیشتر از چند هزارم اینچ مجاز نمی باشد). در پایان این مقوله تأثیرات ناهم محوری در افزایش ارتعاشات ماشین آلات و فرکانس های ارتعاشی بیشتر مورد بررسی قرار می گیرد.



نالیبرات ناهم محوری در نشتی و خرابی زودرس مکانیکال سیل ها

با توجه به حرکت ها و ارتعاشات محوری شافت و با توجه به این که سطح متحرک آب بند (رتوری) با محور دوران می کند این حرکت های محوری می تواند باعث جدا شدن (فاصله افتادن بین) سطوح آب بندی مکانیکال سیل و ایجاد نشتی و از طرف دیگر ورود ذرات جامد بین سطوح صاف و صیقلی آب بندی و تشدید سایش و کم شدن طول عمر مفید سطوح آب بندی گردد (لازم به ذکر است باز شدن حتی یک ده هزارم اینچ بین سطوح آب بندی باعث ایجاد نشتی می شود).

لازم به توضیح است که ماشینی که با دور 3000 R.P.M در شرایط ناهم محور کار می کند در طول یک شبانه روز نزدیک نه میلیون بار این حرکات محوری (در هر دو دور دو مرتبه محور عقب و جلومی رود) روی محور آن ایجاد می شود که باعث بوجود آمدن حرکت های اضافی (ارتعاشات) و بیرون راندن فیلم مایع بین سطوح آب بند شده و همچنین اگر باز بسته شدن سطوح آب بندی همراه با مسائل دیگر با شدت انجام شود می تواند باعث شکسته شدن سطوح آب بندی شود. از طرف دیگر ناهم محوری Offset روی مکانیکال سیل هانیز باعث باعث ایجاد حرکت های قائم در جهت بالا و پایین روی سطوح آب بندی می کند که علاوه بر ایجاد سایش باعث بیرون رانده شدن فیلم مایع بین سطوح آب بندی و ایجاد اختلال در آن می نماید.

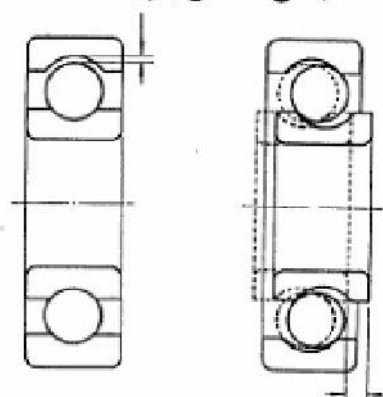


نائبرات ناهم محوری در کاهش طول عمر یاتاقان ها

حرکت ها و نیروهای اضافی ناشی از ناهم محوری می تواند باعث افزایش بار و ایجاد حرکت های اضافی روی بال برینگ ها و کارکردن برینگ با ضربه روی قطعات آن شود که می تواند باعث گرم کردن لرزش و خرابی زودرس آنها گردد.

Bearing Internal Clearance

کلرنس داخلی برینگ ها



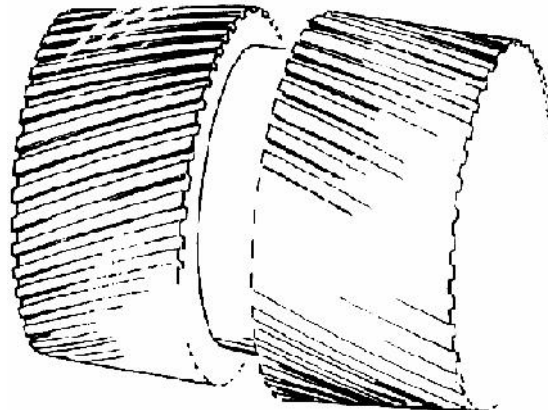
Radial Clearance
کلرنس شعاعی

Axial Clearance
کلرنس محوری

همین طور که در شکل فوق ملاحظه می شود بین قطعات داخلی بال برینگ هالقی هایی وجود دارد Internal Clearance که در صورتی که در حین کار حرکت های اضافی در یاتاقان بوجود بیاید می تواند باعث شود قطعات به همدیگر ضربه بزنند و خیلی زود یاتاقان خراب شود.

تأثیرات ناهم محوری روی خرابی های چرخ دنده های گیربکس ها

حرکت های اضافی باعث عدم درگیری کامل چرخ دنده ها (بالاخص چرخ دنده های جناقی) و باعث ایجاد تنش های اضافی و درگیری های موضعی و افزایش Back Lush و افزایش درجه حرارت و گرم کردن و ایجاد سروصدای زیاد و خرابی های زود رس آنها می شود.



تجربه نشان داده که در بسیاری از مواقع که گیربکس ها بالرزش و سروصدای بالا کار می کرده اند و حتی فرکانس های ارتعاشی نیز مبین خرابی و فرسودگی چرخ دنده های ایلاتاقان ها بوده است. با تصحیح شرایط Alignment ماشین اکثر اشکالات موجود مرتفع شده و هیچ نیازی به تعویض چرخ دنده یا بال برینگ ها نبوده است. و لذا با رعایت به هزینه بسیار پایین هم محوری قبل از هر گونه اقدامی برای تعویض چرخ دنده یا ایلاتاقان باید نسبت به چک کردن شرایط هم محوری پرداخت.

تأثیرات ناهم محوری در خرابی کوپلینگ ها

تنش های نوسانی روی کوپلینگ ها تأثیر گذاشته و باعث گسیختگی و خرابی آنها می شود. با مراجعه به جداول انواع کوپلینگ ها عدد تحمل آنها در مقابل حرکت های شعاعی و محوری بدست می آید که اگر حرکات ناشی از ناهم محوری بیشتر از حد تحمل آنها باشد (که این حد برای حرکات شعاعی بسیار محدود است و از چند هزارم اینچ تجاوز نمی کند) می تواند باعث کاهش طول عمر و بریدن کوپلینگ ها شود.

تأثیرات ناهم محوری در افزایش تلفات مکانیکی

نا هم محوری باعث افزایش تلفات مکانیکی و بیش از حد آمپر کشیدن الکتروموتور ها (یا مصرف بیش از حد Steam در توربین های بخار) می شود و در صنایعی که تعداد زیادی دستگاه موجود است در سرویس باشد در دراز مدت از لحاظ اقتصادی مسئله بسیار حائز اهمیت است.

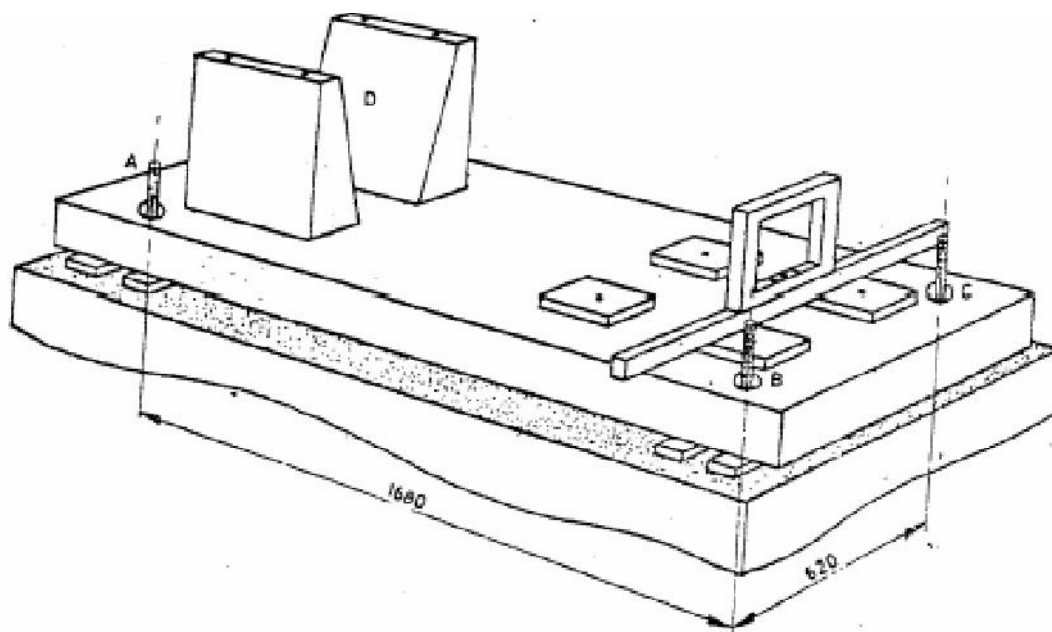
تأثیرات ناهم محوری در کاهش قابلیت اعتماد و ضریب ایمنی دستگاه

باعنایت به تأثیرات بسیار بالای ناهم محوری در کارکرد ماشین آلات ناهم محوری باعث کاهش قابلیت اعتماد و ضریب ایمنی دستگاه می شود و لذا اخیراً در ماشین آلات بزرگ و حساس یکی از پارامترهای مهمی که مونیتور می شود ناهم محوری است و در صورتی که وضعیت هم محوری در حین کار به هم بخورد باعث تحریک سیستم الارم می شود.

اصول نصب دستگاهها

با توجه به اهمیت مراحل نصب ماشین آلات و تاثیرات نامطلوبی خطاهای ناشی از نصب که روی وضعیت ارتعاشی و عملیات هم محوری دارد لازم است در این زمینه بحث مختصری انجام گیرد. بطور کلی، کلیه نیروهایی که در یک ماشین بوجود می آید باید از طریق یا تاقانها و بدنه پمپ و سپس از طریق شاسی Base Plate به فونداسیون و نهایتاً به زمین منتقل شود که اگر مسیر انتقال نیروها بطور مناسب باشد دستگاه با کمترین لرزش و کمترین هزینه های تعمیراتی در سرویس قرار می گیرد در غیر اینصورت مسائل و مشکلات تعمیراتی اجتناب ناپذیر خواهد بود که با توجه به اهمیت موضوع لازم است رجوع به شرایط امان های مختلف بحث مختصری شود.

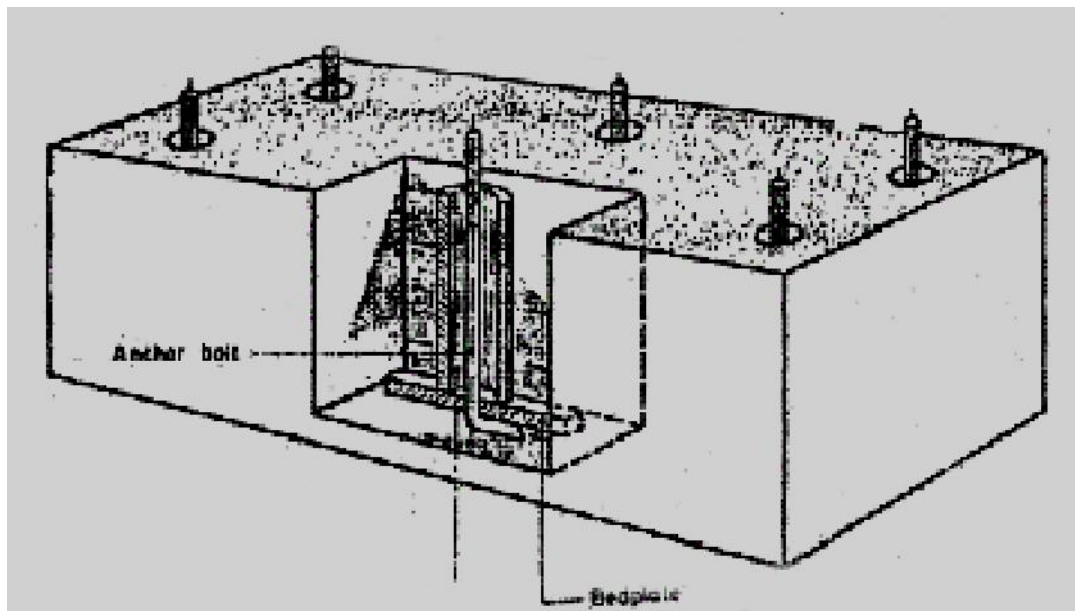
در شکل زیر نحوه قرار گرفتن شاسی فلزی یک ماشین روی فونداسیون بتونی نشان داده شده است



فونداسیون Foundation

فونداسیون ها از بتون ارمه مسلح باطراحی مخصوص ساخته می شوند که از لحاظ اندازه و استحکام باید مناسب باشد و شکستگی و ترک در آن وجود نداشته باشد یک قانون سرانگشتی این است که وزن بتون فونداسیون برای ماشین های دوار تقریباً سه برابر وزن ماشین (وزن پمپ و الکتروموتور و...) و برای ماشین های رفت و برگشتی تقریباً پنج برابر وزن دستگاه ها در نظر گرفته شود.

شکل زیر فونداسیونی را نشان می دهد که از جهت مقابل برش خورده و طرز قرارگیری پیچ های اتصال Anchor Bolt در آن بوضوح نشان داده شده است.



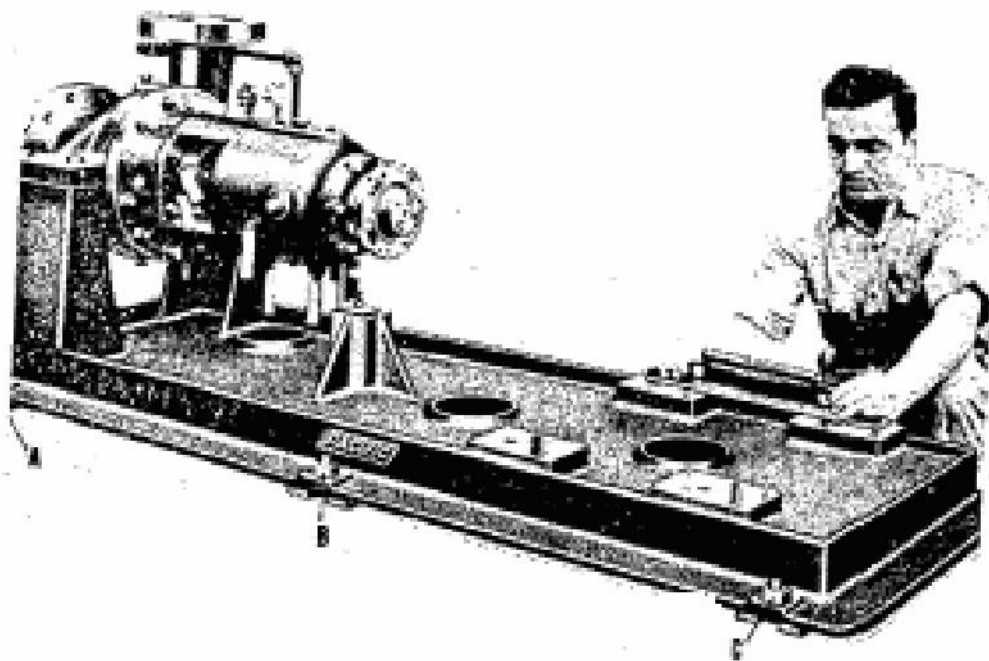
جهت اطمینان از اتصال شاسی با پیچ های فونداسیون و جبران اشتباهاتی که گاهی در اندازه فاصله سوراخ های شاسی ممکن است بوجود آید (یا خمیدگی پیچ ها) معمولاً پیچ های اتصال بیرون آمده از بتون را Anchor Bolt کمی بلندتر انتخاب می کنند .

ضمناً سطح بالایی فونداسیون بتونی باید کاملاً صاف تراز و حتی صیقل داده شود که این عمل معمولاً باید فوراً بعد از بتون ریزی انجام شود .

شاسی Base plate

با توجه به اینکه پایه های دستگاهها باید روی سطوح کاملاً صلب و صافی قرار گیرند (با توجه به اینکه سطوح بالائی بتون معمولاً دارای صلبیت و صافی مناسب نمی باشد) بین دستگاه و فونداسیون یک شاسی فلزی که با صلبیت کافی طراحی می شود نصب می شود که تکیه گاههای محل قرارگیری پایه های ماشین روی آن با عملیات ماشین کاری کاملاً مسطح و تراز و صیقل داده می شود که قبل از نصب دستگاه این سطوح نشیمن باید کاملاً تمیز باشند که این کار معمولاً با شمش و فیلر گیج و یا تراز ماشینری چک می شود .

باید خاطر نشان کرد که هنگام بتون ریزی باید از نفوذ هوا به داخل بتون جلوگیری نمود (که این کار معمولاً توسط دستگاه های ویبره انجام می شود) در صورت مشاهده برآمدگی یا ناهمواری روی سطح فوقانی فونداسیون توسط قلم های مناسب ابتدا عیب برطرف شده و سپس شاسی روی آن قرار داده می شود .



باید فاصله ای بین شناسی و فونداسیون جهت ایجاد فاصله برای نفوذ گروت و همچنین جلوگیری از کج شدن و تاب برداشتن شناسی هنگام محکم کردن پیچ های اتصال تعبیه شود و بین شناسی و فونداسیون بتونی با شیمیزهای مناسب (با حداقل ضخامت یک اینچ) که حتی الامکان در نزدیکی پیچ های اتصال قرار دارد پر شود تا اپوکسی گروت بتواند براحتی به تمام جوانب شناسی رخنه کرده و لوله هایی را که پیچ های اتصال Ancher Bolt در آنها قرار دارد را پر کند و سپس با قرار دادن شیمیزهای مناسب نسبت به تراز نمودن کلیه نشیمن گاههای محل قرار گیری ماشین اقدام می شود .

گروت ریزی Grouting

جهت اتصال کامل فونداسیون و شناسی باید فاصله بین آنها با مواد مناسب و خوبی پر شود بطوری که اولاً دارای استحکام کافی باشد و از طرف دیگر دارای چسبندگی مناسب هم روی سطح بتون و هم زیر شناسی فلزی باشد (هم خاصیت چسبندگی روی فلز راداشته باشد و هم خاصیت چسبندگی به بتون راداشته باشد) و بتواند فاصله بین بتون و شناسی را کاملاً پر کند و قسمت های خالی بین آنها را پوشاند

لازم به توضیح است که روی قسمت هائی از Base Plate ماشین آلات که مزاحمتی برای نصب پمپ بالکتر و موتور نداشتند باشد مسیر هائی برای ریختن گروت تعبیه می شود (در شکل بالادشان داده شده است.

موادی که در مراکز صنعتی برای دستگاه ها استفاده می شوند شامل Epoxy Grout و Cement -Based Grout ها هستند که ذیلاً به مزایا و معایب و موارد کار برده هر کدام از آنها پرداخته می شود .

مزایای Epoxy Grout ها

این محصولات از ترکیب مواد شیمیائی متعددی ساخته شده اند که قیمت های نسبتاً بالائی دارند و در شرایط عملیاتی مختلف در اکثر مراکز صنعتی استفاده می شوند. مهمترین خواص آنها این است که هم روی شناسی فلزی و هم روی فونداسیون بتونی چسبندگی خیلی خوبی دارند و فاصله بین آنها پر می کنند.

خواص دیگر آنها عبارتند از:

- ۱- چسبندگی خوبی دارند و هم روی بتون و هم به فلز به خوبی می چسبند.
- ۲- عاری از منفذ و خلل و فرج هستند و غیر قابل رسوخ می باشند (مایعات نمی توانند در داخل آنها نفوذ کنند).

۳- دارای سیالیت زیادند و به راحتی گلبه منافذ و قسمت های خالی را پرمی کنند.

۴- طول عمر و دوام آنها زیاد است.

۵- ضربه انقباض آنها پایین است که باعث می گردد تغییر حجم ندهند.

۶- خشک شدن Curing آنها سریع است.

معایب Epoxy Grout ها

۱- گران قیمت اند.

۲- فاسد شدنی اند.

۳- در حین استفاده نیاز به احتیاط و پیش بینی های مخصوص دارند.

۴- تاریخ انقضای آنها پایین است (برای مدت زمان زیاد قابل نگهداری نیستند).

۵- جهت استفاده و تزریق نیاز به مهارت، تخصص و ابزار های مخصوص دارند.

دسته دیگری از اپوکسی ها نوع پایه سیمانی یا Cement Base Grout (مثل چسب هائی که برای چسباندن کاشی از آنها استفاده می شود) هستند که کیفیت آنها نسبت به اپوکسی گروت ها کمتر است ولی با توجه به مزایای آنها در بعضی از مراکز صنعتی و در ماشین آلات ارزان قیمت از آنها استفاده می شود که مزایا و معایب آنها ذیلا توضیح داده می شود.

مزایای Cement-Based Grout ها

۱- قیمت آنها به مراتب کمتر از اپوکسی است.

۲- جهت استفاده به ابزار های مخصوص و مهارت زیاد نیازی ندارند.

۳- تاریخ انقضای ندارند (یا تاریخ انقضای آنها بالاست).

۴- به راحتی آماده می شوند و به وفور قابل تهیه اند.

معایب Cement-Based Grout ها

۱- قدرت چسبندگی آنها به مراتب کمتر از اپوکسی ها است.

۲- بین آنها تخلخل های زیادی وجود دارد (به عبارت دیگر قابل نفوذند) (مواد مایع در داخل آنها نفوذ می کند).

۳- سیالیت آنها پایین است و قادر به پر کردن فضاهای خالی کوچک نمی باشند.

۵- ضربه انقباض آنها به مراتب بیشتر از اپوکسی ها است که باعث می شود در اثر جمع شدن از زیر Base

Plate جدا شوند و باعث جدا شدن شناسی از فونداسیون شوند

لازم به توضیح است در صورتی که عملیات گروت ریزی بین شناسی و فونداسیون به درستی انجام نشود (بین آنها فاصله بیفتد) یا از گروت مناسب استفاده نشود منجر به ایجاد لرزش در حین کار و کاهش طول عمر دستگاه خواهد شد.

اتصالات و سیستم های لوله کشی

یکی از مهم ترین مراحل نصب دستگاهها و ماشین آلات صنعتی مربوط به اجرای صحیح سیستم لوله کشی آنهاست که در صورتی که به درستی انجام نشود (لوله ها با هم موازی نباشند یا فاصله بین فلنج ها کم و زیاد باشد) منجر به اعمال نیروی وزن سیستم لوله کشی روی ماشین و وجود فاصله بین فلنج ها باعث ایجاد تنشهای زیاد روی سیستم لوله کشی و نهایتاً اعمال آن به دستگاه و ماشین شده و نهایتاً باعث تغییر شکل دادن Distortion بدنه دستگاه می شود که مسائل ذیل را می تواند بدنه دنبال داشته باشد.

۱- به هم خوردن وضعیت Center Line دستگاه که می تواند منجر به ایجاد نا هم محوری روی قطعات ماشین گردد که با توجه به لقی های داخلی کم بین قطعات در بعضی از مواقع باعث جام شدن دستگاه هایی که در درجه حرارت های بالا کار می کنند می شود

۲- تغییر شکل دادن دستگاه باعث پیچیدگی بدنه آن و تحت تنش قرار گرفتن باتاقان ها و کاهش طول عمر آنها می شود.

۳- تغییر شکل دادن دستگاه باعث پیچیدگی و نا هم محوری سطوح آب بندی مکانیکال سیل ها و ایجاد نشتی و کاهش طول عمر آنها می شود.

جهت کاهش تنش های سیستم های لوله کشی روی ماشین آلات موارد زیر باید بطور کامل مراعات شوند :

۲- لوله کشی باید بعد از گروت ریزی و خشک شدن کامل Curing آن شروع شود .

۳- شروع لوله کشی باید از طرف فلنج های ورودی و خروجی دستگاه باشد .

۴- در حین لوله کشی برای کاهش بار روی فلنج ها باید زیر لوله ها با ساپورت ها و Bracing های (موقت مناسب مهار شوند .

۵- برای جلوگیری از تشدید ارتعاشات (رزونانس) در لوله کشی های طولانی فاصله ساپورت های سیستم های لوله کشی باید نامساوی باشند . در غیر این صورت انتقال لرزش از طریق لوله ها تشدید شده و ارتعاشات نوع Pipe wave را بوجود می آورد.

۶- دقت زیاد در هم محوری اولیه لوله ها و فلنج ها از مسائل و مشکلات بعدی جلوگیری می کند

۷- انتخاب صحیح نگهدارنده ها و Expansion Joint ها از ایجاد بار اضافی روی سیستم های لوله کشی و سازه ها جلوگیری می کنند .

۸- روش چک کردن تنش های اضافی روی سیستم های لوله کشی استفاده از ساعت های اندازه گیر است که اگر در حین باز بسته کردن فلنج ها انحراف ساعت های اندازه گیر بیشتر از 0.002 اینچ باشد مبین این است که در سیستم های لوله کشی تنش های اضافی وجود دارد که باید اصلاح گردد .

۹- پس از انجام هم محوری فلنج های ورودی و خروجی مجدداً بسته می شوند (وقتی ساعت های اندازه گیر روی کوپلینگ ها نصب شده اند) و دوباره تنش های روی لوله ها تست می شوند که باید در حد مجاز باشد .

نگهدارنده های سیستم های لوله کشی

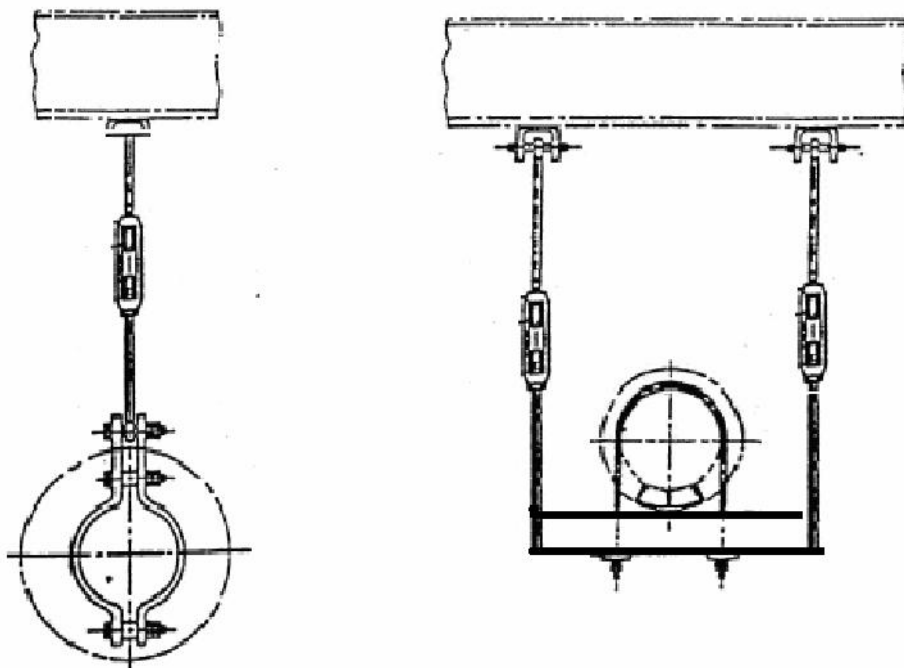
مهار کردن وزن لوله ها و نیروهای دینامیکی و هیدرولیکی داخل لوله های معلق توسط نگهدارنده ها انجام می شود که شامل دو نوع ذیل می باشند .

۱-نگهدارنده هاو ساپورت های میله ای Rod Hanger

۲-نگهدارنده های فنری Spring & Support Hanger

نگهدارنده هاو ساپورت های میله ای Rod Hanger

این نوع نگهدارنده ها میله های قابل تنظیمی هستند که برای مهار وزن سیستم های لوله کشی (شامل وزن لوله، وزن مایع داخل لوله و وزن عایق آن) در جاهایی که انبساط طولی بسیار ناچیز یا صفر است مورد استفاده قرار می گیرند(برای کنترل وزن سیستم های لوله کشی در مواردی که درجه حرارت مایع داخل لوله ها پایین باشد). این نگهدارنده ها یا در زیر سیستم های لوله کشی Supporting یا در قسمت بالای لوله ها آنها را به صورت آویزان Hanger نگه می دارند و قبل از بستن فلنچ ها با کم و زیاد کردن طول آنها فاصله مناسب بین بین فلنچ ها را (به اندازه ضخامت پک گسکت) تنظیم می شود.

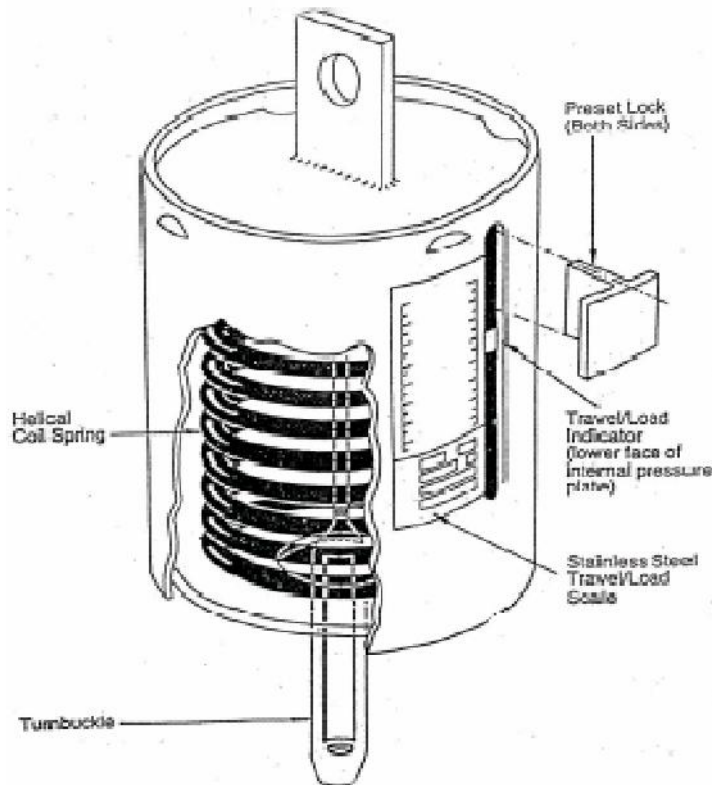


نگهدارنده های فنری Spring & Support Hanger

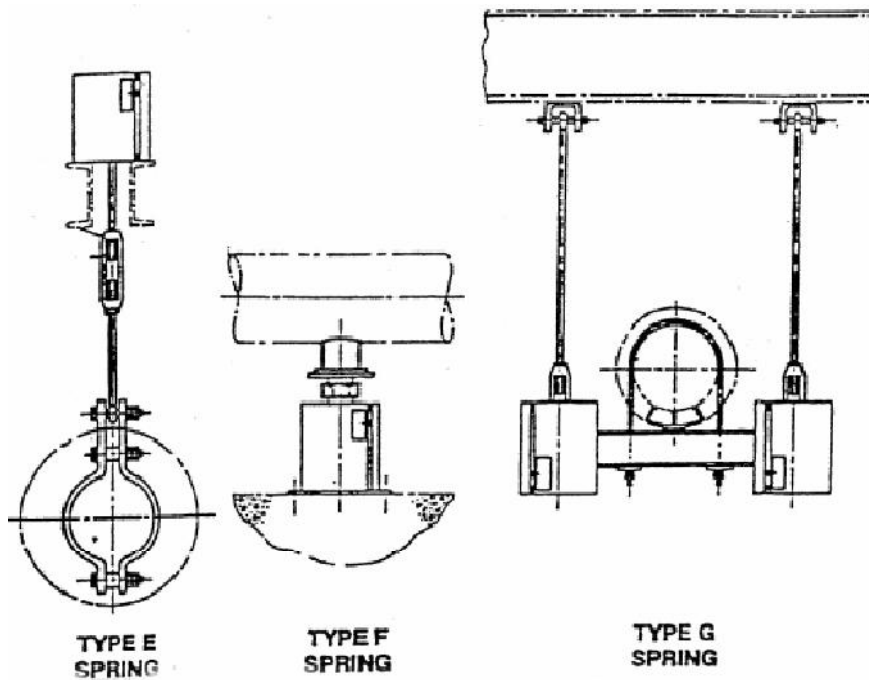
این نوع نگهدارنده ها معمولاً در سیستم های لوله کشی ای که در اثر تغییر درجه حرارت لوله ها افزایش طولی پیدا می کنند برای مهار کردن وزن سیستم لوله کشی (شامل وزن لوله، وزن مایع داخل آن و وزن عایق بکار رفته) و همچنین برای جبران تغییرات و انبساط طولی لوله ها (ناشی از تغییرات درجه حرارت سیستم) بکار می روند.

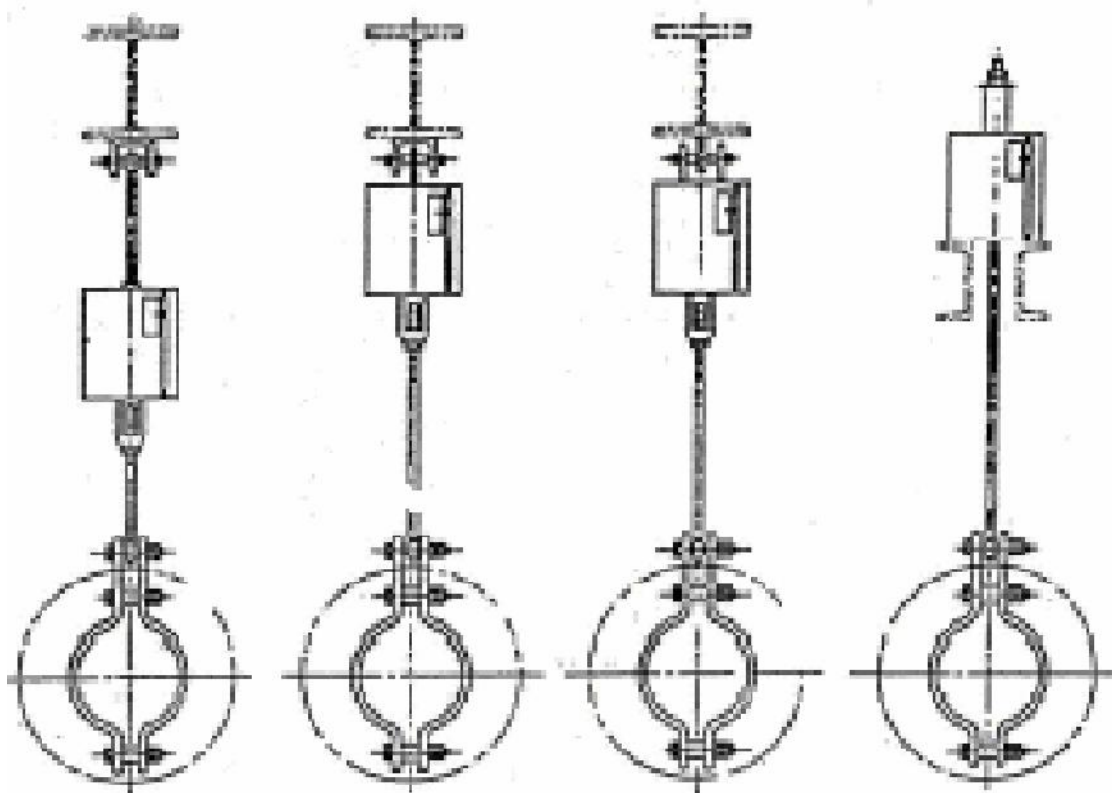
همانگونه که در شکل زیر ملاحظه می شود ساختمان داخلی این نگهدارنده ها از یک بدنه استوانه ای شکل که یک فنر پیچشی در داخل آن تعبیه شده و کل بار لوله و متعلقات روی فنر اعمال می شود تشکیل شده است

و مقدار فشردگی فنر بر اساس مقدار باربری که روی آن اعمال می شود توسط یک سیستم قفل کننده که در طرفین لوله تعبیه شده است تنظیم می شود.

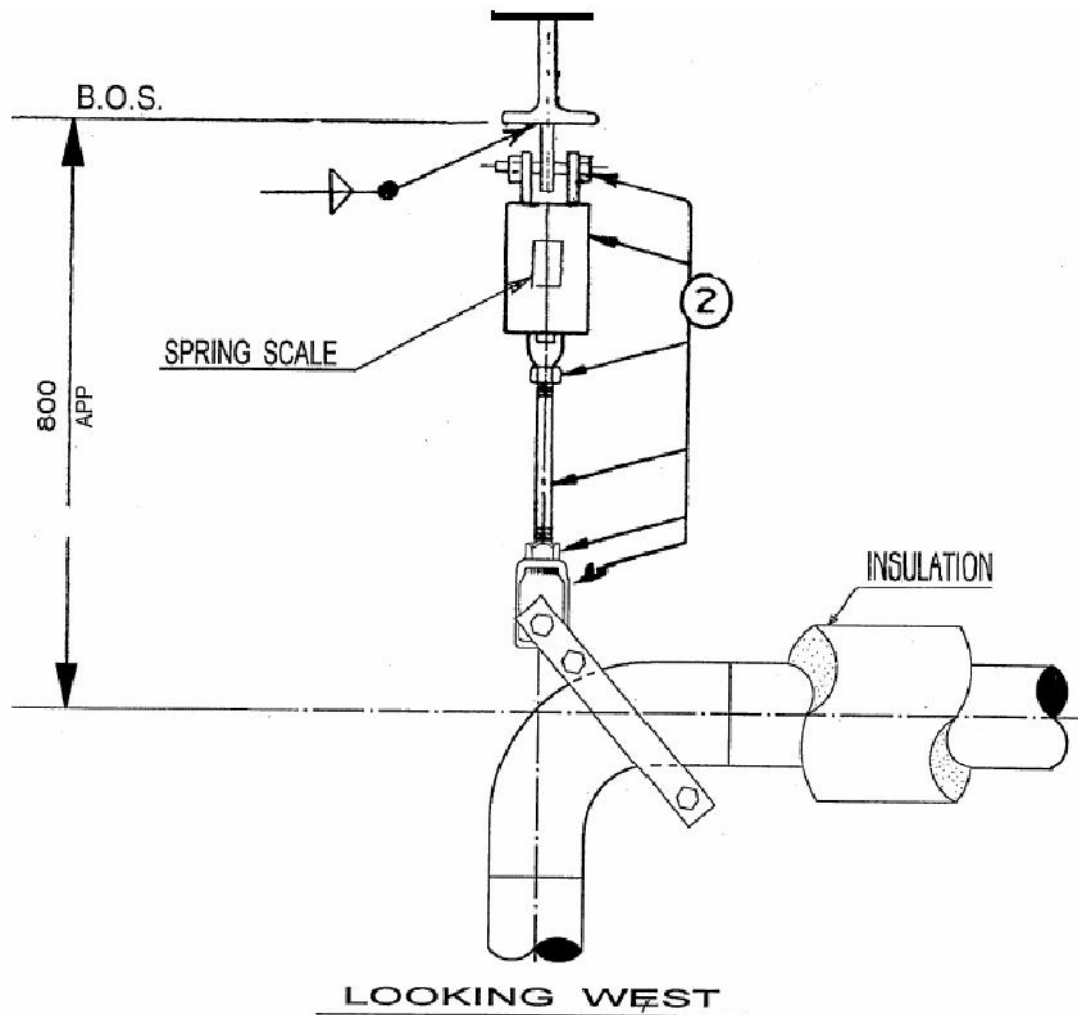


در شکل های زیر شماتی از روش های مختلف نصب نگهدارنده های فنری نشان داده شده است.





هر کدام از نگهدارنده های فنری که در محیط های صنعتی نصب می شوند دارای Data Sheet می باشند که شرایط تنظیمات مربوطه در آن برگه آورده شده است و کلیه تنظیمات جهت ساخت سیستم قفل کننده در آن قید شده است. در شکل زیر یک نمونه از آن نشان داده شده است.



FIELD INSTRUCTIONS - WARNING

REFERENCE DWGS. E-3-

DO NOT REMOVE WARNING TAG OR TRAVEL STOP UNTIL:

1. HYDROTEST AND INSULATION IS COMPLETED AND LINE IS FILLED WITH LIQUID PRODUCT AT TEMPERATURES 30°C OR LESS. THEN CHECK HANGER OR TRAVEL INDICATOR AND REMOVE STOPS BEFORE TEMPERATURE IS INCREASED FOR START UP.

SET: HANGER : 7 mm BELOW : 328 KG ON THE SPRING SCALE FOR INSULATION. ADJUST SETTING TO: 328 KG AFTER LINE REACHES OPERATING TEMPERATURE.

DESIGN DATA : PIPE SIZE : 4" WALL : 0.237" MAT'L : API.STD. HYDROTEST LOAD : 438 KG

INSUL. THK : 50 mm TOTAL OPERATING LOAD : 365 KG MIN. LENGTH OF SPRING SCALE : 35 mm

CALCULATED DEFLECTION : 7 MM UP SERV TEMPERATURE : 400°C - 100°C

MAXIMUM ALLOWABLE VARIABILITY AT CALCULATED DEFLECTION :

ITEMS ① = BY N.I.O.C

ITEMS ② = BY N.I.O.C

TAG ASSEMBLY : E-1-

NO. OF REQ'D. : 1

NATIONAL IRANIAN OIL COMPANY					
ESFAHAN OIL REFINING COMPANY					
AREA C2-03 VISBREAKER					
VARIABLE SUPPORT SPRING HANGER					
FOR DIS. P2-301C					
NO CONSTRUCTION PERMITTED UNLES DWG. APPROVEE					
DWG.	H.TAVAKOLI	DATE	SCALE : NONE	DWG. NO.	REV
P.E.	H.SHAFIEE	E.CH.	T.S.R. :		
D.CH.	M.MIRAZIMI	DATE	W.O. :		0

روش تنظیم نگهدارنده های فنری

این نگهدارنده قبل از نصب در واحدهای عملیاتی باید در کارگاه های تعمیراتی تنظیم Set و بعد روی کار نصب شوند. که بسته به شرایط عملیاتی در دو حالت سرد و گرم تنظیم می شوند که به شرح جزئیات آن می پردازیم.

بافوجه به شرایط کاری دستگاهها (که در حالت عملیاتی یا گرم و یا غیر عملیاتی یا سرد در روش برای تنظیم آنها وجود دارد).

۱- تنظیم در حالت گرم Hot Set

۲ - تنظیم در حالت سرد Cold Set

که ذیلا به توضیح آنها پرداخته می شود.

روش تنظیم در حالت گرم Hot Set

Spring Hang در صورتی به این حالت تنظیم می شوند که سیستم لوله کشی در حالت گرم باشد به عبارت دیگر کلیه انبساط های حرارتی لوله ها انجام شده باشد (به عبارت دیگر در حالتی که واحد در سرویس کامل عملیاتی باشد). و روش کار به این صورت است که با اعمال نیروی معادل وزن لوله، عایق و مایع داخل آن (که این مقدار نیرو و از داخل Data Sheet مربوطه به دست می آید) فنر فشرده می شود و در این حالت فاصله بین های ثابت و متحرک اندازه گیری و گوشواره ها طبق این اندازه ساخته شده (مقدار فشردگی فنر به اندازه وزن لوله و متعلقات و مقدار مایع داخل آن و وزن عایق) تنظیم می شود) و پس از قفل نمودن هنگر آن را به واحد منتقل و در جای مربوطه نصب می کنند. پس از قرارگیری هنگر در جای خود (معمولاً وقتی فلنج لوله مربوطه باز است) با کم و زیاد کردن طول میله ها فلنج های سیستم لوله کشی و فلنج دستگاه به اندازه ضخامت یک Gasket تنظیم (با طبق اندازه هایی که در Data Sheet هنگر آورده شده است) و در این حالت می توان فلنج مربوطه را بست و هنگر را از حالت قفل خارج کرد (البته پس از آزاد شدن هنگر فاصله بین فلنج ها نباید تغییر کند) و در این صورت می توان اطمینان پیدا کرد که لوله کاملاً توسط Hanger مهار شده است و نیروی اضافی (کششی یا فشاری) روی دستگاه اعمال نمی شود.

روش تنظیم در حالت سرد Cold Set

این روش وقتی استفاده می شود که سیستم لوله کشی سرد باشد و هنوز انبساط های حرارتی انجام نشده باشد. (بطور مثال در هنگام تعمیرات اساسی واحد های عملیاتی) در این حالت نیز با قرار دادن نیروی معادل وزن لوله و عایق و مایع داخل آن (که از Data Sheet مربوطه بدست می آید) مقدار فشردگی فنر بدست می آید و سپس مقدار انبساط طولی لوله مربوطه (که بسته به جهت انبساط لوله در جهت مخالف انبساط به میزان فشردگی قبلی فنر (فاصله بین ها) کم یا اضافه می شود و گوشواره ها طبق این اندازه (فاصله بین ها بعلاوه یا منهای افزایش طولی لوله) ساخته می شوند (با سوراخ کاری) در این موقعیت Hanger قفل شده و مثل حالت قبل در حالی که فلنج سیستم لوله کشی باز است (در حالت سرد) در جای خود نصب و تنظیم (با کم و زیاد کردن طول میله ها بوجود آوردن فاصله ای به اندازه یک گسکت بین فلنج ها) می شود. به عبارت در حالت Cold Set مقدار فشردگی فنر شامل نیروهای وزن و انبساط حرارتی (در جهت مثبت یا منفی) است که