اپتیمم سازی شرایط Alignment

بعضی مواقع وضعیت ماشین آلات به گونه ای است که نیاز به گذاشتن یا برداشتن مقدار زیادی شمیز زیر پایه ها یا نیاز به حرکت زیاد در صفحه افق می باشد که پیچ های پایه یاموجود نبودن شیمز زیر پایه ها باعث محدودیت می شود (بخصوص وقتی چند دستگاه پشت سر هم نصب می شود) که استفاده از این روش کار را خیلی راحت می کند.

همانطور که قبلا نیز گفته شد یکی از مزایای روش ترسیمی این است که هم موقعیت قرارگیری پایه های ماشین ثابت و هم ماشین متحرک روی محور مبناء مشخص می شود (چهار نقطه معلوم)وهم مقادیر انحرافات آنها نسبت به همدیگر که بااستفاده از انحراف های خوانده شده از روی ساعتهای اندازه گیر اگر خطی رسم کنیم که از دو نقطه از چهار نقطه مقابل محل قرار گیری پایه ها عبور کند(یا خطی که کمترین فاصله راباین نقاط داشته باشد) براحتی می توان با اعمال کمترین مقدار شمیز فقط روی دو نقطه از ماشین (مثلاً زیر پایه های جلو پمپ و پایه های جلوی الکتروموتور)یا اعمال حداقل مقدار شیمززیرچهارپایه دو دستگاه را نسبت به هم هم محوری نمود وبه هدف فوق رسید که مقدار شمیز لازم جهت این پایه ها نیز از طریق اندازه گیری فاصلهٔ مقابل پایه ها با محور رسم شده در جهت مناسب می باشد یعنی اگر این نقاط زیر خط رسم شده واقع شوند باید به اندازهٔ فاصلهٔ نقطه تا محور رسم شده شمیز شود و بالعکس . که این روش ، روش بسیار مناسب برای صرفه جوئی در وقت و تسریع در کار هم محور کردن دستگاهها می باشد .

برای روشن شدن موضوع به حل یک مثال می پردازیم.

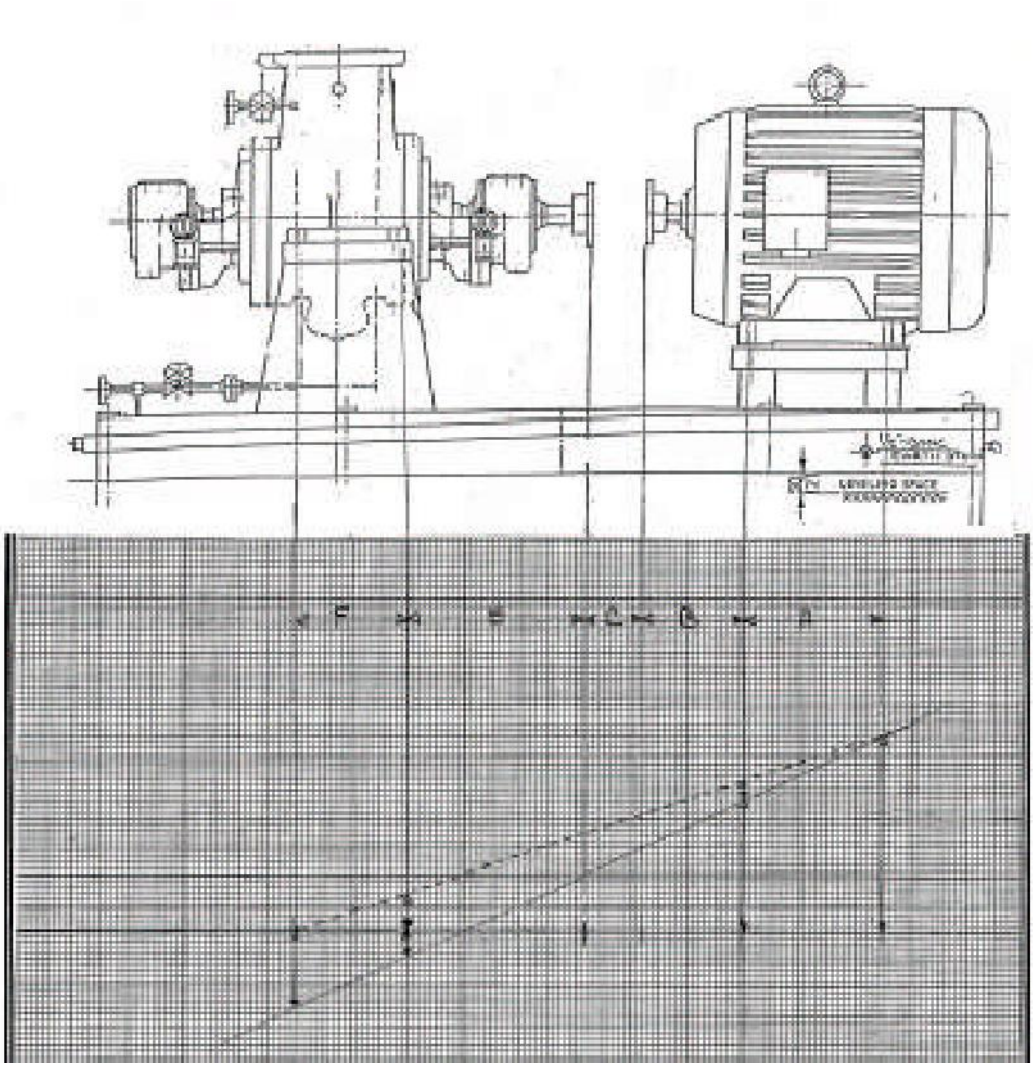
مثال:اگر اعداد قرائت شده از روی ساعت های اندازه گیر به روش Reverseدر صفحه بعد بصورت زیر باشد:

a(12)=+0.030 b(6)= +0.020

وفواصل پایه هانیز بصورت زیرباشد:

A=50Cm B=36Cm C=20Cm E=64Cm E=40Cm

مطلوبست تعیین شرایط اپتیمم هم محوری.



.همانطور که ملاحظه می شودبرای تصحیح شرایط هم محوری باید مقدار شیمز از زیر پایه های الکتروموتور خارج شود تا دستگاه هم محوری گردد.

برای حل مثال فوق به روش ترسیمی راه حل های متعددی وجود دارد که ذیلا به شرح آن می پردازیم.

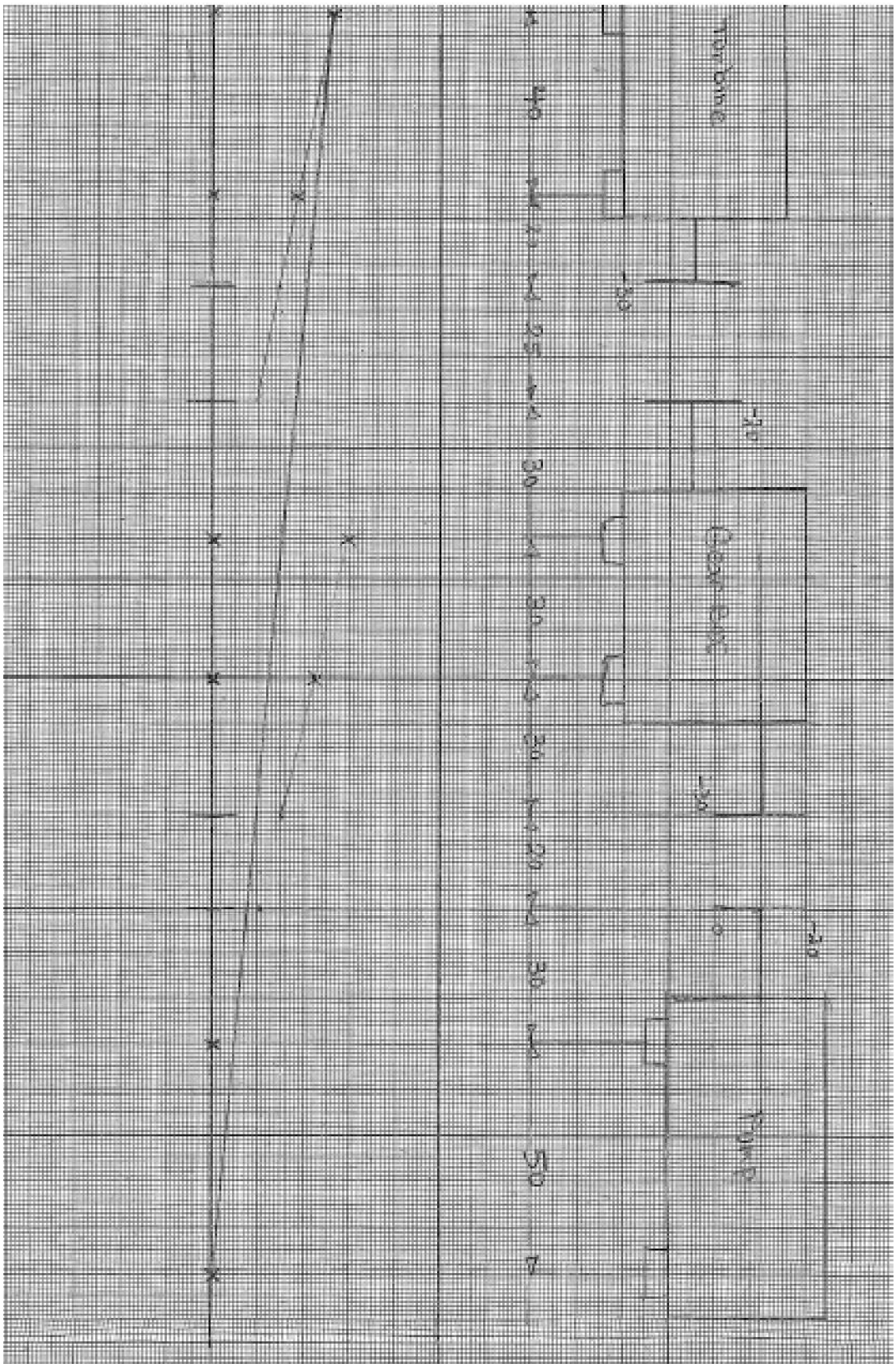
راه حل اول:با توجه به شکل صفحه قبل برای هم محوری کردن الکتروموتور نسبت به پمپ باید0.023 اینچ شیمزاززیرپایه های جلوو0.035اینچ از زیر پایه های عقب الکتروموتور کم شود تا دودستگاه باهم هم محور شوند.

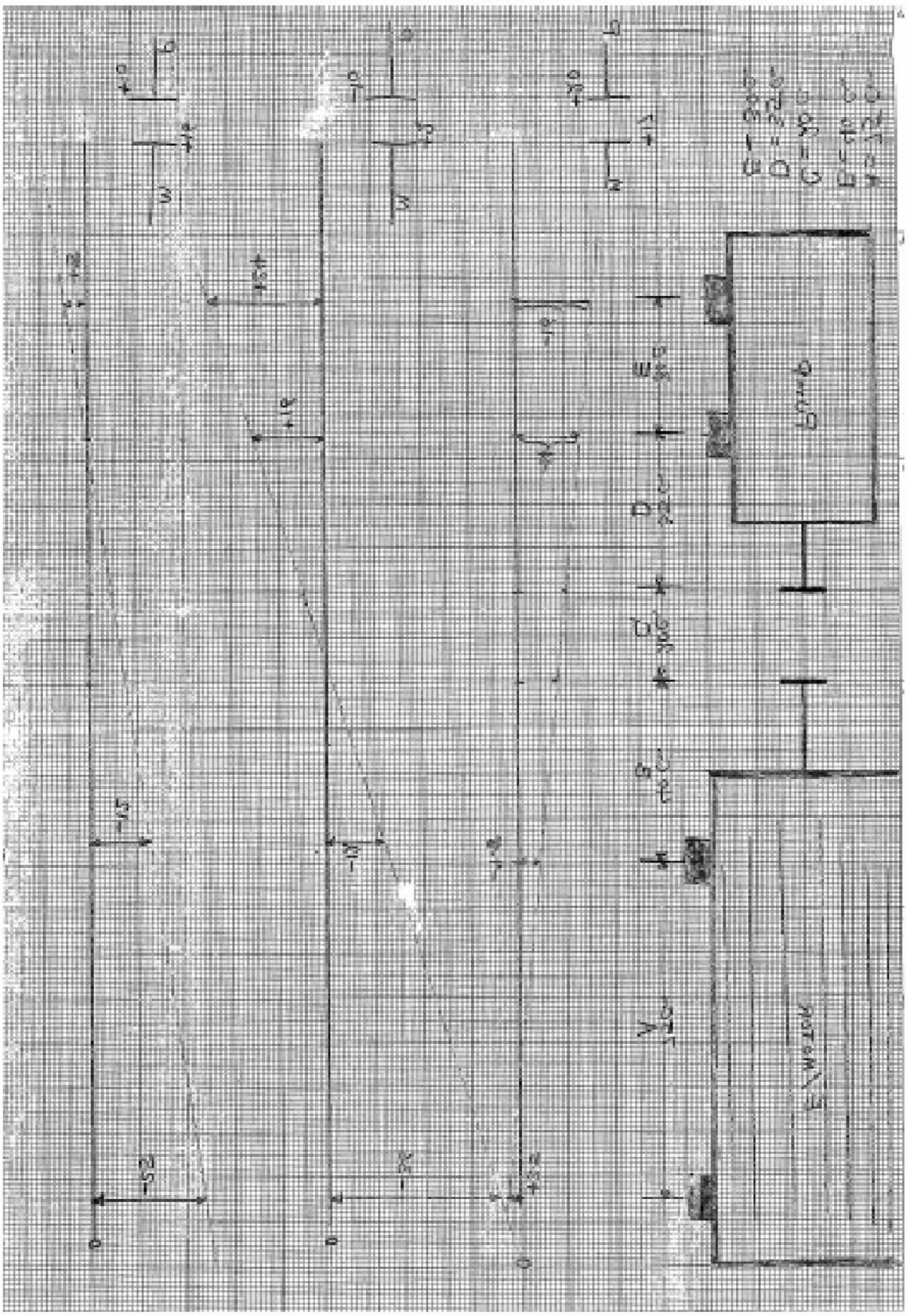
راه حل دوم:با برداشتن0.004اینچ از زیر پایه های جلو و0.014اینچ شیمز از زیرپایه های عقب پمپ دو دستگاه با هم هم محور می شوند.

راه حل سوم:برای استفاده از روش اپتیمم خطی رسم می کنیم که از نقاط انتهایی پایه های پمپ وهمچنین الکتروموتور عبور کند(خط نقطه چین شکل صفحه قبل)ومیزان انحراف نقاط پایه های جلوی پمپ وپایه جلو الکتروموتور رااز آن بدست می آوریم که در این مسئله اگر زیرپایه های جلوی الکتروموتوربه اندازه0.004 اینچ و زیر پایه های جلوی پمپ 0.007اینچ شیمز اضافه شود به وضعیت مطلوب هم محوری خواهیم رسید.

البته برای رسم خط مطلوب بخصوص وقتی چند دستگاه پشت سر هم نصب شده باشد باید طوری رسم شود که حتی المقدور از چند نقطه معلوم(محل قرارگیری پایه ها)عبور کند و کمترین فاصله رابانقاط دیگر داشته باشد.پس به راحتی می توان ادعا کرد که برای هم محور کردن دودستگاه بی نهایت راه حل وجود دارد که باتوجه به شرایط کاری باید بهترین آن راانتخاب وعمل نمود.

دردیاگرام های صفحات بعدنیزچندمثال ازاپتیمم سازی شرایط هم محورکردن به روش نرسیمی نشان داده شده است.همانگونه که ملاحظه می شودراههای زیادی برای انجام هم محورسازی وجوددارد که درروش اپتیمم سازی براساس شرایط دستگاهها ومحدودیت هائی که وجوددارد باید منطقی ترین وبهترین راه حل انتخاب واستفاده شود.


Tor brno
Cesk. Brk
Tovno



تولرانس های هم محوری

معمولا" برای افرادی که عملیات هم محور سازی را انجام می دهند یا کسانی که به عنوان بازرس و checker هم محوری می باشند خیلی مهم است که تولرانس ها و محدوده های آن را بدانند و طبق آن عمل کنند. اصولاً تولرانس های Alignment به پارامترهای مختلفی اعم از دور دستگاه ، نوع کوپلینگ ، نوع مکانیکال سیل ویاتاقان بکار رفته و ... بستگی دارد . بعضی از سازندگان دستگاه ها و ماشین آلات و همچنین سازندگان مکانیکال سیل ها گراف ها و محدوده های مجازی بر حسب سرعت دستگاه و نوع کوپلینگ ، فاصلهٔ کوپلینگ و نوع مکانیکال سیل ارائه می کنند .

بعضی از کارخانجات کوپلینگ سازی نیز محدوده هایی را برای استفاده کوپلینگ ها ارائه می نمایند که باید در استفاده از آنها احتیاط نمود زیرا مقادیر ارائه شده برای خود کوپلینگ ها مجاز است ولی ممکن است برای ماشین آلاتی که این نوع کوپلینگ ها روی آن استفاده می شود این محدوده غیر مجاز باشد(بسته به نوع مکانیکال سیل ودیگر متعلقات) .

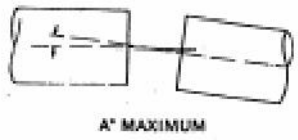
در قسمت ضمائم تولرانس های مجاز کوپلینگ های Metastream آورده شده است و همانطور که ملاحظه می شود بیشترین زاویه انحرافی که می توانند تحمل کنند یک تا حداکثر دو درجه است و اگر بصورت Single مورد استفاده قرار گیرند مقدار حرکت شعاعیParallel Misalignment که تحمل می کنند در حد صفر است و حتی نوع Double آنها در ماشین آلات عمومی که بیشترین کاربرد را دارند حداکثر 0.008 اینچ می باشد که البته این مقدار حد تحمل خود کوپلینگ است و در عمل مقدار آن باید به مراتب پایین تر از این حد باشد .

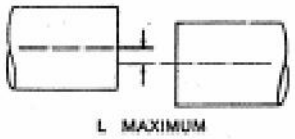
درجدول زیرمقادیرتلرانس های ناهم محوری براساس مقداردورماشین آلات آورده شده است.

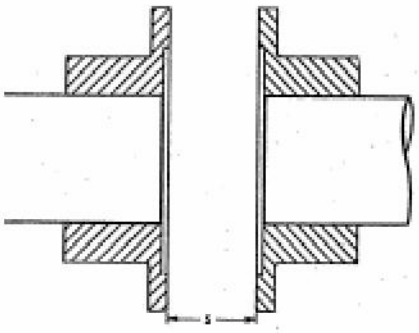
Suggested Shaft Alignment Tolerances

		Tolerance			
	[RPM]	metric [mm]		inch [mils]	
Soft foot	any	0.06 mm		2.0 mils	
Short 'flexible' couplings		Acceptable	Excellent	Acceptable	Excellent
Offset	600			9.0	5.0
	750	0.19	0.09		
	900			6.0	3.0
	1200			4.0	2.5
	1500	0.09	0.06		
	1800			3.0	2.0
	3000	0.06	0.03		
	3600			1.5	1.0
	6000	0.03	0.02		
	7200			1.0	0.5
Angularity	600			15.0	10.0
(gap difference at coupling edge	750	0.13	0.09		
per 100 millimeters diameter	900			10.0	7.0
or per 10 inches diameter)	1200			8.0	5.0
	1500	0.07	0.05		
	1800			5.0	3.0
	3000	0.04	0.03		
	3600			3.0	2.0
	6000	0.03	0.02		
	7200			2.0	1.0
Spacer shafts and membrane (disk) couplings					
Offset	600			3.0	1.8
(per 100 millimeters spacer length	750	0.25	0.15		
or per inch of spacer length)	900			2.0	1.2
	1200			1.5	0.9
	1500	0.12	0.07		
	1800			1.0	0.6
	3000	0.07	0.04		
	3600			0.5	0.3
	6000	0.03	0.02		
	7200			0.25	0.15

جداول زیر حداکثر نا هم محوری که انواع Metastream Couplingهای نوعSingleوDouble می توانند تحمل کنندداده شده است.







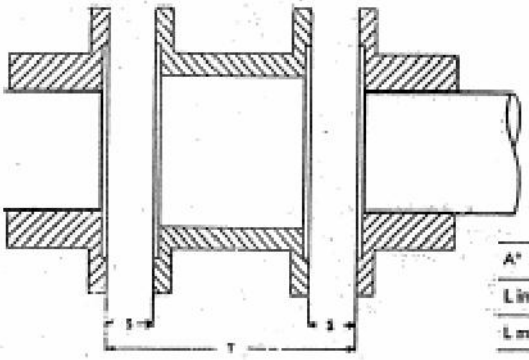
(METASTREAM COUPLINGS)

NON-SPACER

	M 'S'	M 'D'	DIS 'S'	DIS 'D'
A°	½°	1°	½°	1
L	0	L	0	L

STANDARD NON-SPACER COUPLINGS

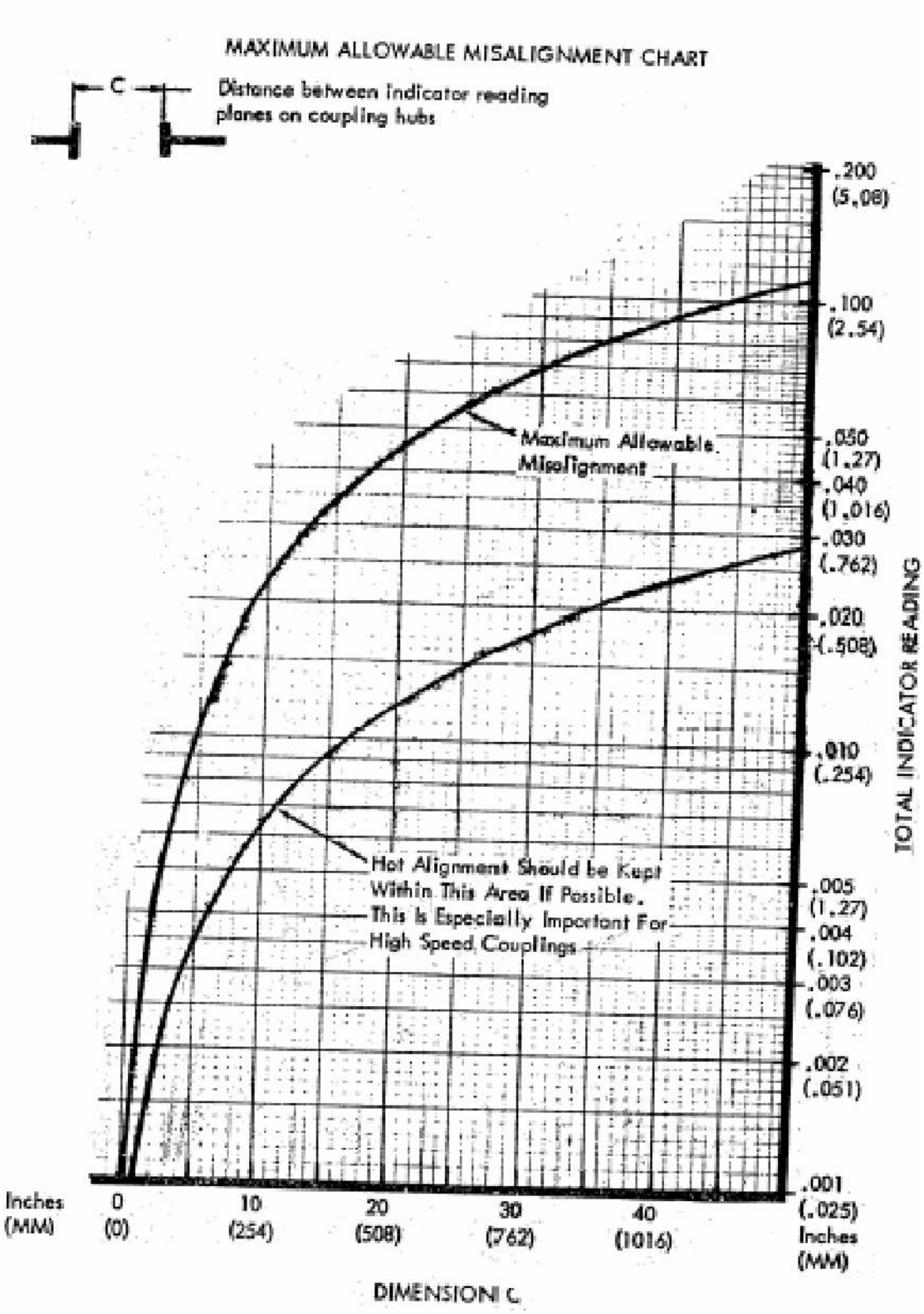
	M 'S'		M 'D'			M 'S'		M 'D'			M 'S'		M 'D'			M 'S'		M 'D'			DIS 'S'		DIS 'D'	
Size	S	L	S	L	Size	S	L	S	L	Size	S	L	S	L	Size	S	L	S	L	Size	S	L	S	L
1	½	O	½	.003	20	1¼	O	1½	.005	120	1¾	O	2¼	.010	900	2½	O	3½	.012	1	½	O	½	.003
2	½	O	½	.003	25	1¼	O	1¾	.005	160	1½	O	2½	.010	1050	2½	O	3½	.012	3	¾	O	1¼	.003
3	½	O	1¼	.003	30	1½	O	1¾	.005	250	1½	O	2¾	.010	1200	2¾	O	4½	.012	6	½	O	1¼	.003
5	½	O	1¼	.003	40	1½	O	1¾	.005	300	1¾	O	2½	.010	1800	3¼	O	5¼	.012	12	¾	O	1½	.005
6	½	O	1¼	.003	45	1½	O	1½	.005	375	1¾	O	2¾	.010	2500	3½	O	5¼	.012	24	1	O	1½	.005
8	¾	O	1¼	.003	50	1¾	O	1¾	.005	450	1¾	O	2¾	.012	3000	3½	O	6	.012	75	1¼	O	3¼	.008
10	¾	O	1½	.003	60	1¾	O	1¾	.008	525	1¾	O	2¾	.012	6000	4	O	6½	.012	100	1½	O	4¼	.008
12	¾	O	1½	.005	70	1¾	O	1¾	.008	600	1¾	O	3¼	.012	9000	4½	O	7¼	.012	150	1¾	O	4½	.010
17	1¼	O	1¾	.005	80	1¾	O	1¾	.008	750	1¾	O	3½	.012						300	2¼	O	5¼	.010



SPACER

	M 'S'	M 'D'	DIS 'S'	DIS 'D'
A°	1°	2°	1°	2°
L ins.	.010 x T	.015 x T	.010 x T	.015 x T
L mms.	.254 x T	.380 x T	.254 x T	.380 x T

منحنی زیر حداکثر نا هم محوری که Gear Coupling ها می توانند تحمل کنندبر حسب فاصلهٔ کوپلینگ ها ارائه نموده که نسبت به کوپلینگ های نوع قبلی Flexibility بالاتری دارند



در منحنی های زیر تولرانس های مجاز نا هم محوری روی کوپلینگ های متا استدیم سری T داده شده است که همانطوری که ملاحظه می شود این کوپلینگ ها حرکت های محوری زیادی را می توانند تحمل کنند و بیشتر در الکتروموتورهای نوع High Tension که حرکت محوری مجاز آنها حتی به یک اینچ نیز می رسد کاربرد زیادی دارند و لی توجه داشته باشید که حداکثر نا هم محوری Parallel Misaligment ای که تحمل می کنند بسیار پایین تر از حرکت محوری آنها است .

معمولا"حد تولرانس های مجاز برای هم محوری دستگاههای بزرگ وحساس بیشتر از چند هزارم اینچ توصیه نشده و باید به این نکته نیز توجه داشت که دو ماشینی که با هم کوپله شده اند اگر محورها در یک راستا نباشند مثل یک محور خمیده عمل نموده و باعث افزایش ارتعاشات روی فرکانس های یک برابر دور و گاها دو برابر دور می شود که اگر حتی Flexibility کوپلینگ نیز خیلی زیاد باشد به هیچ وجه نمی تواند جبران این نوع خمیدگی شافت را بنماید چون توزیع جرم حول محور دوران بصورت یکنواخت نیست

Coupling Alignment

Correct installation and alignment of couplings is essential for reliable machinery performance.

John Crane supplies a variety of shaft alignment equipment and offers alignment training courses.

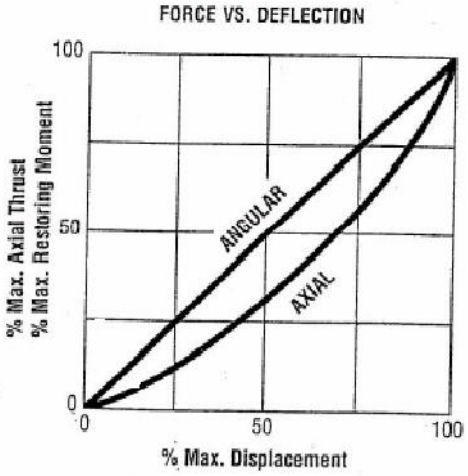
TSK MISALIGNMENT

Coupling Size	Max. Axial Misalignment * +/– mm.	Max. Axial Misalignment * Equivalent Thrust kN	Max. Parallel Misalignment ** mm.	Max. Parallel Misalignment ** Restoring Moment Nm
0013	1.00	210	0.30	4.1
0033	1.25	280	0.36	6.1
0075	1.50	360	0.45	8.8
0135	2.00	560	0.55	11.8
0230	2.50	740	0.60	14.7
0350	2.75	780	0.64	34.3
0500	3.25	1080	0.65	40.7
0740	3.75	1270	0.68	47.6
0930	4.25	1470	0.72	53.9
1400	5.00	2700	0.83	61.3

NOTES: * Meets NEMA end float specification without modification.

** Values based on angular deflection of 1/2° per end and minimum DBSE. Greater misalignment accommodation is possible by increasing dimension C.

The angular and axial restoring forces in the table below left are given at maximum deflections. The chart can be used to determine forces across the full deflection range. The nonlinear characteristics can detune a system to prevent high amplitude axial vibration.



مسئله هم محور کردن برای دستگاهها و ماشین آلاتی که در درجه حرارتهای بالا سرویس می دهند مسئله بسیار حائز اهمیتی است چون میزان رشد حرارتی تابع پارامترهای زیادی بوده و توصیه اکثر کارخانجات بر هم محوری این دستگاهها در حالت گرم Hot Align می باشد یعنی ماشین از سرویس خارج و در کمترین زمان ممکن اندازه گیری وضعیت Alignment چک وطبق آن دو دستگاه با هم هم محور گردد .

هم محور کردن پمپ های عمودی

پمپ های عمودی نیز باید همانند پمپ های افقی باید هم محوری شوند و بسته به وضعیت و نوع کوپلینگ ها از روش مناسب آن وضعیت استفاده شود در غیر اینصورت باعث ایجاد مسائل ارتعاشی متعددی روی الکترو موتور و پمپ گردیده و باعث کاهش طول عمر دستگاه و قطعات آن خواهد شد .برای هم محورنمودن پمپ های عمودی نیزانحرافات بایددردوصفحه عمودبرهم درهرجهت انجام شودکه محاسبات آن نیزدقیقا مثل روش های توضیح داده شده درفصول قبلی است.

مسائلی که باعث تغییرشرایط Alignment می شود

۱-رشد حرارتی ناشی از تغییرات درجه حرارت دستگاه در حین کار.

۲-لقی پایه (Soft foot)در حین انجام کار.

۳-تنش های ناشی از سیستم های لوله کشی ورودی و خروجی یا لوله ها ورودی خروجی روغن روانکاری یا اب خنک کننده.

٤-ارتباط نامناسب (Base Plate)وفوندانسیون(مناسب نبودن گروت یاجدا شدن آن).

۵-مناسب نبودن فوندانسیون یامناسب نبودن زیر سازی آن.

۶-خرابی بال برینگ ها یازیاد شدن کلرنس یاتاقان های نوع لغزشی.

۷-مناسب نبودن کوپلینگ استفاده شده یا عدم کار دهی درائر بریدن شیمزهایLubricationنامناسب آن.

۸- نامناسب بودن محوراز لحاظ جنس یا قطر آن.

۹-نشست زمین

روش های برآورد میزان رشد حرارتی دستگاه ها

با توجه به این که اکثر دستگاه ها در حالت سرد تعمیر و هم محور می گردند داشتن میزان رشد حرارتی آنها پارامتر بسیار مهمی می باشد که در حین انجام هم محوری باید مد نظر قرار گیرد. و به اندازه ای که دستگاه در حالت گرم رشد حرارتی پیدا می کند در حالت سرد آن را پایین تر قرار داد.

لازم به توضیح است که ماشین آلاتی که درجه حرارتی کاری آنها بیشتر از ۹۰درجه سانتیگراد است حتما باید بصورتCenter Mountساخته شوند یعنی محل قرار گیزی پایه های دستگاه در وسط آن قرار داشته باشد تا دستگاه بتواند در هر دو جهت بالاوپایین منبسط شودوموقعیت مرکز محور تقریبا ثابت بماندهمچنین برای کنترل نمودن مقدارانبساط حرارتی دراکثرمواقع پداستال های محل قرارگیری پایه های پمپ خنک می شوند(ورودی وخروجی آب کولینگ دارند).

برای تعیین میزان رشد حرارتی از روش های زیر می توان استفاده نمود .

۱- روش سعی و خطا که از این روش معمولا" برای دستگاه های ناشناخته که اطلاعات زیادی راجع به آنها در دسترس نباشدمورد استفاده قرار می گیرد که دقت آن بسیار پایین است .

۲- حدس زدن بر اساس تجربیات قبلی که دارای کاربرد بالائی نسبت روش قبلی می باشد(تجربیات نشان می دهد که در اکثر پمپ های Center Mountکه مجهزبه آب خنک کننده درپایه ها هستند به ازاء هر ۱۰

درجه سانتی گراد گرما (برای پمپ های با درجه حرارت بیشتر از ۹۰-۸۰ درجه سانتیگراد)معمولا" به اندازه یک هزارم اینچ(البته روی ساعت‌های اندازه گیر) پمپ پایین تر از الکترو موتور قرار می گیرد.

۳- بر اساس توصیه های کارخانه سازنده که این روش نیز بواسطهٔ این که پمپ ها برای رنج تقریبا" وسیعی از درجه حرارت طراحی شده اند کمتر می توان به آن اعتماد کردچون درجه حرارت محیط نیز در فصل های مختلف متفاوت است.

٤- اندازه گیری رشد حرارتی هوزینگ برینگ ها در حین کار (از حالت سرد به حالت گرم) با استفاده از پراب های ابزار دقیقیProximity Probe نسبت به یک نقطه ثابت.

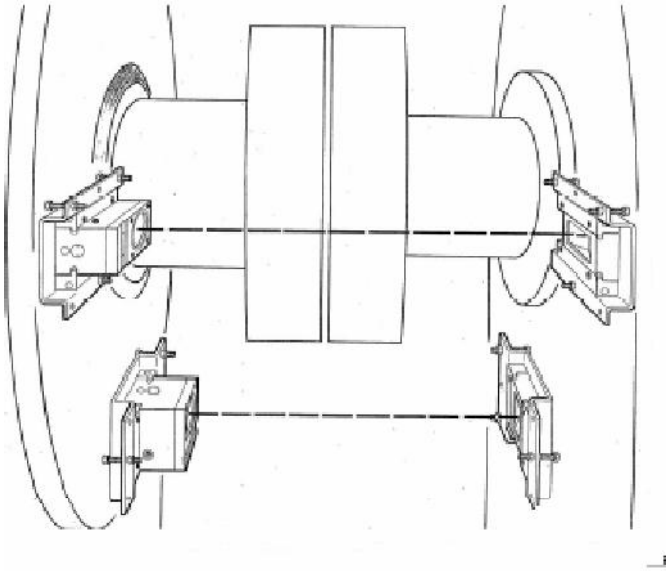
۵- Hot Align یعنی توقف ناگهانی ماشین ، باز کردن سریع کوپلینگ و اندازه گیری وضعیت هم محوری در حالت گرم ومقایسه آن باشرایط تنظیم شده اولیه و نهایتا" انجام محاسبات ریاضی جهت تعیین مقدار شمیزی که باید گذاشته یا برداشته شودومحاسبه میزان رشد حرارتی دستگاه که بهترین روشی است که تمامی مراجع آن را توصیه نموده اند .

۶-اندازه گیری رشد حرارتی از طریق فرمول های محاسباتی که با توجه به اینک ه جنس ، فرم و شکل ظاهری ، و پراکندگی فلزات در بدنه دستگاه ها بصورت یکنواخت نمی باشد دقت خیلی زیادی ندارد .

۷-اندازه گیری با استفاده از سیستم های لیزری Permaligنکه دو سیستم لیزری جداگانه در جهت های افقی وعمودی جهت اندازه گیری حرکت های افقی و عمودی استفاده می شود . روش کار بدین صورت است که وقتی دستگاه در حالت سرد قرار دارد و از سرویس خارج است ابتداوضعیت هم محوری به یکی ازمواردفوق وبادقت مطلوبی تنظیم می شودوسپس سیستم های لیزری روی دستگاه نصب و روی صفر تنظیم می شوند که با در سرویس قرار گرفتن ماشین و گرم شدن آن میزان حرکت های افقی و عمودی یک ماشین نسبت به ماشین دیگرتوسط دستگاه های لیزری بادقت یک هزارم میلیمتر اندازه گیری و روی صفحهٔ کامپیوتر یا مونیتور نمایش داده می شود که می توان از نتایج آن در موارد و دستگاه های مشابه دیگرنیز استفاده کرد.

برای ماشین هایی که نسبت به ناهم محوری بسیار حساس هستند این سیستم می تواند به عنوان مونیتورینگ دائم مورد استفاده قرار گیرد و در صورتی که میزان ناهم محوری از حدمجازی که برای دستگاه تعیین شده افزایش پیدا کند باعث Alarm و یا Shut Down ماشین گردد .

درشکل زیرشمائی ازاین سیستم Permaligنشان داده شده است.



اصول کار سیستم های لیزری هم محور سازی Optalign

با ظهور ماشین های با دورهای بالا و در پی آن لزوم تولرانس های دقیق تر در طراحی ماشین آلات در عملیات هم محور کردن نیز احتیاج به دقت های بالا احساس گردیده است حداکثر دقتی که با استفاده از ساعت های اندازه گیر می توان بدان دست یافت حدود 0.01 میلی متر است . به علاوه اینکه در هنگام استفاده از ساعت‌های اندازه گیر برای موقعیت هایی که فاصلهٔ کوپلینگ ها زیاد باشد وجود خیزیا Sag در پایه های ساعت غیر قابل انکار بوده و تاثیر زیادی در دقت هم محوری و زمان انجام آن خواهد گذاشت که جهت مرتفع نمودن مسائل فوق ودست یابی به دقت های بالاتر هم محوری تا حد یک هزارم میلیمترسیستم های لیزری از سالها پیش ابتداواردصنایع نظامی وسپس وارد صنایع دیگر شده وجایگاه خود را پیدا نموده است .

همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است اجزاء یک سیستم لیزری شامل:

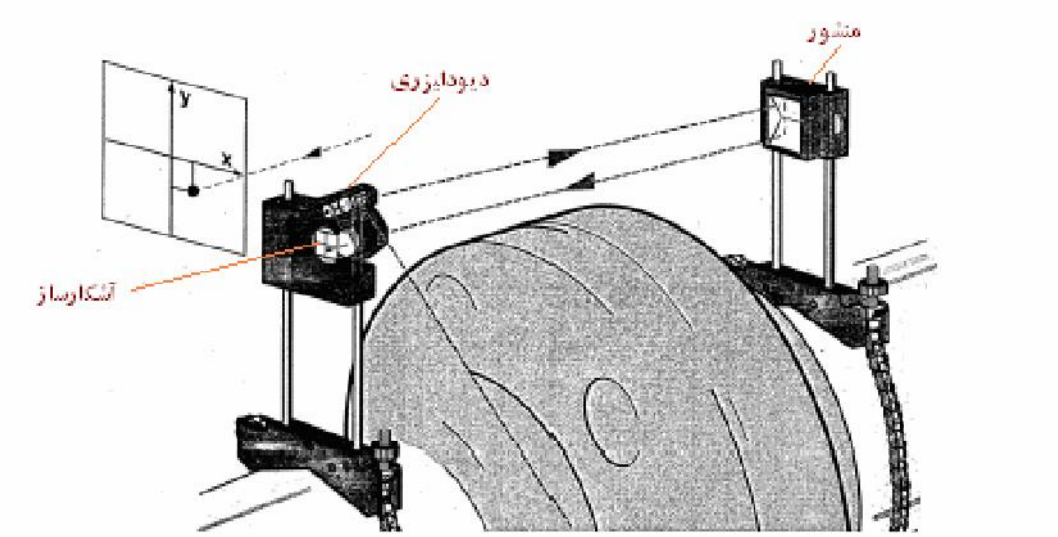
یک منبع نور لیزر (که از طریق یک دیود لیزری تامین می شود)

۲-یک صفحهٔ آشکار ساز لیزری که به پرتوهای لیزر حساس است وموقعیت تمامی نقاط آن برای سیستم کامپیوتر شناخته شده و کلا" در یک مجموعه توسط پایه های مخصوص روی یکی از دستگاهها نصب می شوند .

۳- یک منشور انعکاس دهنده که روی دستگاه دیگر نصب می شود و اشعه لیزر تابیده شده روی سطح آن را مجددا" روی صفحهٔ آشکار ساز منعکس می کند.

٤-یک سیستم کامپیوتر که کار محاسبات و عملیات ریاضی را انجام می دهد .

۵-دوعددپایه نگهدارنده که توسط آن اجزاروی محورهاباکوپلینگ هانصب می شود.



اصول کار سیستم های هم محوری لیزری به این صورت است که ابتدا ابعادهندسی موردنیازپایه هاوکوپلینگ هابه سیستم داده می شودوسپس دریک موقعیت مشخص(درموقعیت ساعت ۱۲) پرتولیزر تولید شده روی سطح منشور تابانیده می شود و باز تابش آن روی سطح آشکار سازی که نقاط آن به نور لیزر حساس است برخورد می کندوباانجام تنظیمات مربوطه لیزرومنشورنورلیزرروی مرکز آشکارسازتنظیم می شودوسپس باچرخاندن مجموعه دومحور در موقعیت های مختلف(ساعت۳و۶و۹) میزان انحراف اشعه برخوردنموده به صفحه آشکار ساز روی سیستم وارد می شود و مقدار آن به کامپیوتری که فرماندهی کار سیستم را به عهده دارد گزارش و نشان داده می شود . با چرخش همزمان محور دو ماشین در صورت وجود نا هم محوری بین دو ماشین انحرافی متناسب با میزان ناهم محوری در اشعه بوجود می آید بنابراین با اندازه گیری انحراف اشعه در چهار موقعیت ۱۲ و ۳ و ۶ و ۹ و استفاده از محاسبات کامپیوتری با توجه به ابعاد هندسی ماشین نتایج نهایی حرکت پایه های ماشین متحرک بر روی صفحه کامپیوتر نمایش داده می شود که در این روش امکان کاربرد برای فواصل زیاد (تا ۸ متر) و با دقتی معادل 0.001 میلی متر نیز وجود دارد .

مزیت های سیستم های لیزری

۱- عدم انحراف اشعهٔ لیزر

۲-اندازه گیری ناهم محوری ومیزان انحرافات و تبادل اطلاعات با کامپیوتر بطور اتوماتیک

۳-محاسبه حرکت های اصلاحی توسط کامپیوتر و نمایش آنها

٤-قابلیت استفاده برای فواصل زیاد

۵-سرعت و دقت بالا همراه با سهولت کار

۶-عدم نیاز به جدا کردن کوپلینگ ها (براحتی وضعیت هم محوری چک می شود).

مراحل کار با سیستم های لیزری :

۱ - نصب پایه ها و سوار کردن سیستم های اندازه گیری

۲-اتصال سیستم اندازه گیری (سیستم لیزری)به دستگاه کامپیوتر از طریق کابل

۳-روشن کردن دستگاه و تنظیم لیزر در حالت ساعت۱۲ (یا هر موقعیت دیگر) با انجام حرکات لازم

٤-وارد کردن موقعیت ساعت ۱۲ به عنوان اولین اندازه گیری در کامپیوتر(صفر کردن دستگاه) و تکرار اندازه گیری در موقعیت های ساعت ۳ و ۶ و ۹

۵-وارد کردن ابعاد هندسی و فواصل واندازه ها به سیستم کامپیوتر

۶-اجرای برنامه و استخراج نتایج بصورت مقدار حرکت مورد نیاز پایه های ماشین درصفحات افق وقائم

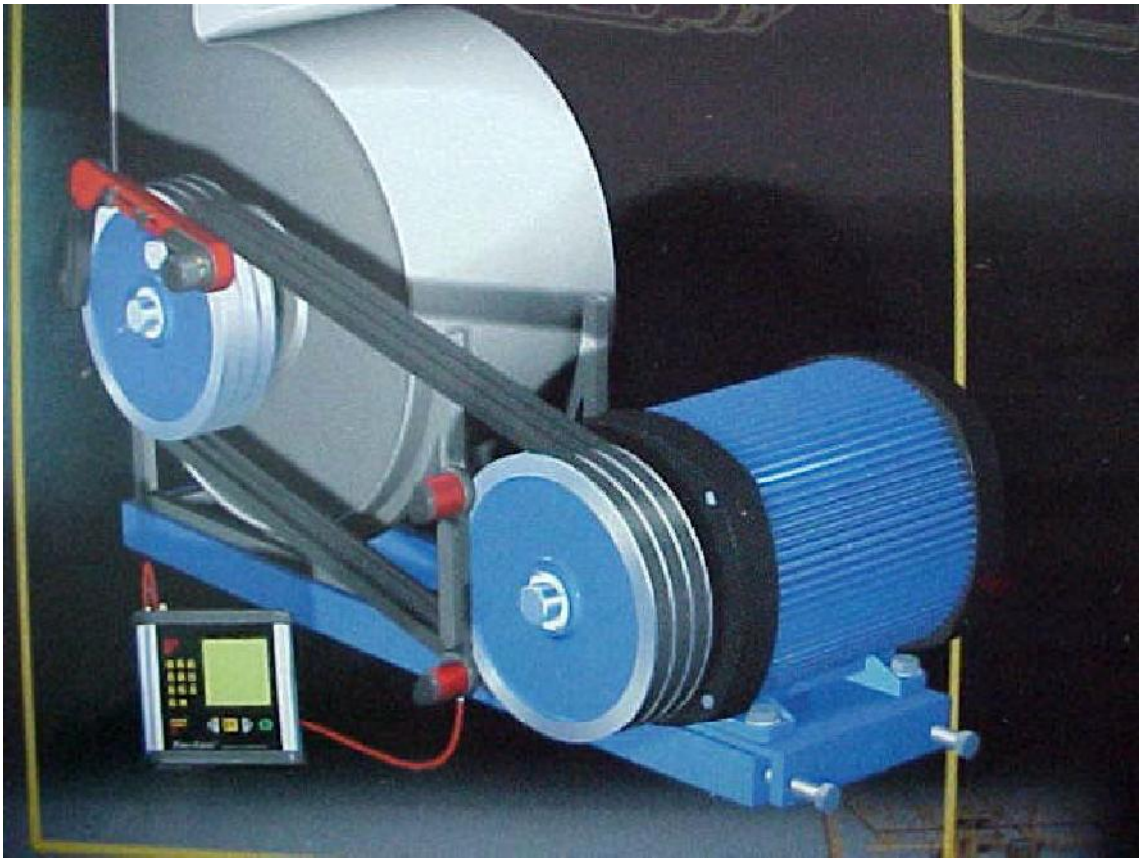
۷-شمیز گذاری یا شمیز برداری بر اساس نتایج استخراج شده توسط کامپیوتر

۸-استفاده از نایع Move جهت انجام جابجائی های افقی

سیستم های لیزری Pully Alignment

باعنایت به اهمیت نقش هم محورسازی ومشکلات ناشی از آن که روی چرخ دنده هاوچرخ تسمه هابوجودمی آورددرطی سال های گذشته سیستم های لیزری پولی الینمنت نیزبه وفوردراغلب صنایع مورداستفاده قرارمی گیردکه به کمک آن عملیات هم محوری دقت بالائی انجام می شودومیتواندتاثیربسزائی درافزایش طول عمرماشین آلات داشته باشد.

درشکل زیرشمائی ازاصول کاراین سیستم هانشان داده شده است.



ارتعاشات ناشی از ناهم محوری Misalignment

این مشکل یکی از رایج ترین مسائل ومشکلات دستگاه ها وماشین آلات است که متاسفانه درهنگام نصب دستگاه ها معمولا کمتربه آن توجه می شودواکثر سعی وتلاش ها غالبادرجهت خریددستگاه ها وماشین آلات گران قیمت مصروف می شودوبه مسائل نصب بخصوص هم محورکردن که باهزینه بسیارناچیزی قابل انجام است کمترتوجه می شود.ارتعاشات یک ماشین فرسوده که شرایط هم محوری آن مناسب است به مراتب بیتراز ماشین نوئی است که دروضع هم محوری مناسب قرارندارد .

منظورازهم محور بودن دودستگاه درامتدادقرارداشتن محورهای تقارن دودستگاهی است که با هم کوپله می شوند.

انواع ناهم محوری شامل مواردزیر است:

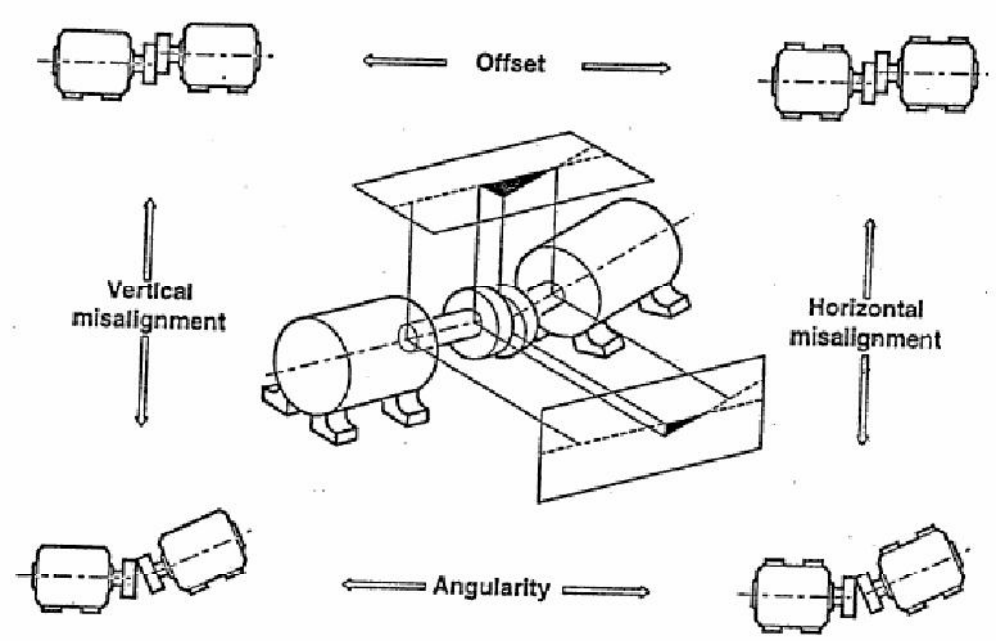
۱-ناهم محوریParallel Misalignmentکه دراین حالت دومحورباهم موازی اندولی محورهای تقارن آنهاباهم فاصله دارند که به این فاصله Offsetگفته می شود.

۲-ناهم محوری زاویه ایAngular Misalignmentکه دراین حالت محورهاباهم زاویه می سازند که به آن Angularityگفته می شود.

۳-ناهم محوری کلی که این حالت ترکیبی ازهردو ناهم محوری است که بیشترین حالت ممکن است.

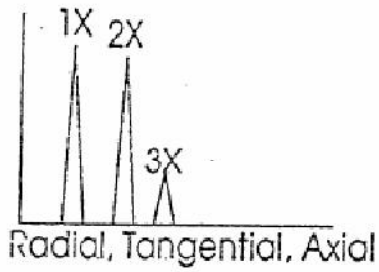
البته لازم به توضیح است که محورهای تقارن بایددرفضا باهم دریک امتدادقرارداشته باشندکه لازمه آن این است که در دوصفحه عمودبرهم افق وقائم دریک امتدادباشند.

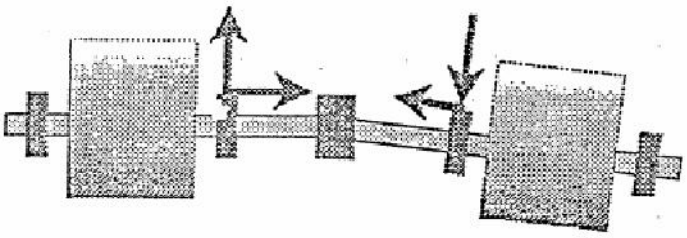
درشکل های زیرکلیه حالت های ناهم محوری دریک صفحه نشان داده شده است:



حالت های مختلف ناهم محوری

دستگاه هایی که در حالت Misalignment با هم کوپله می شوند به دلیل روبروی هم قرارنداشتن محورهای تقارن Angular Misalignmentمثل یک شافت خمیده (کج) عمل می کنندکه توزیع جرم حول آن به صورت یکنواخت نیست وباعث نابالانسی می شوندورفتارارتعاشی آنهاشبیه نابالانسی روی یک برابردوراتفاق می افتد وحتی اگر باکوپلینگ های باFlexibility بالا هم کاپل شوند به دلیل وجودنیروهای شعاعی و محوری باز ارتعاشات اجتناب ناپذیر است .





همچنین به دلیل ناهم محوری, کوپلینگ ها با هم زاویه می سازندو دریک موقعیت ثابت فاصله در قسمت بالای کوپلینگ ها کم (در صفحه افق یا قائم)و در قسمت پایین فاصله زیاد است و با نیم دورچرخش دستگاه عکس این حالت اتفاق می افتد یعنی نقاطی که در قبل فاصله آنها از هم کم بود فاصله شان زیاد می شود و .....که این حالت برای هر دور چرخش محور دوبار اتفاق می افتد.کم شدن فاصله بین کوپلینگ ها باعث نزدیک شدن محورها به هم می شود(حرکت محوری محورها به طرف همدیگر) وزیادشدن فاصله بین کوپلینگ ها باعث دورشدن محورهاازهم می شودکه این تغییرفاصله درهردور باعث دوبارحرکت کردن محور درجهت محوری (ارتعاش) می شود که با توجه به بحث های فوق فرکانس این ارتعاشات دو برابر دورماشین خواهد بود(چون درهرباچرخش محوراین حرکت دوبارانجام می شود)و هرچه میزان Angulariy بیشتر باشد میزان ارتعاشات محوری افزایش پیدا می کند و هرچه میزان انحراف Offsetافزایش پیدا کند ارتعاشات شعاعی افزایش پیدا می کند وبطورکلی درجهات افقی و عمودی باعث ارتعاشات زیاد می شود.

لازم به توضیح است که برای شافت های سنگین که ازکوپلینگ های با Flexibility زیاداستفاده شده باشد به دلیل سنگین بودن محورها, حرکت(ارتعاشات) محوری کم می شود وکم شدن حرکت محوری که درهردوردوباراتفاق می افتدباعث کم شدن ارتعاشات دردوبرابردورمی شود(به بیان دیگرفرکانس دوبرابردور ارتعاشات کمتر می شود) ولی برای ماشین آلاتی که محورهای سبکی دارندوامکان حرکت محوری آنها بیشتراست لرزش درفرکانس های یک برابر ودوبرابردوراتفاق می افتدوبسته به نوع ناهم محوری واین که ناهم محوری زاویه ای باشد یا موازی ودرصفحه افق باشد یادرصفحه قائم لرزش درجهات مختلف می تواند کمتریابیشترشود .

نکته:برای دستگاه هائی که لقی های داخلی آنهاخیلی کم است هم محوری می تواندبسیارحیاتی باشد

رفتارارتعاشی ناشی از Misalignment ماشین آلات روی منحنی های FFT

۱-ناهم محوری هاغالبا ارتعاشات با فرکانس یک برابر دور $1\times R.P.M$ ایجاد می کنند ولی درمواردی هم درفرکانس های دو و سه برابر دوروبه ندرت فرکانس های بالاتر وجود دارد.

۲-دامنه ارتعاشات متناسب بامیزان نا هم محوری است یعنی هرچه ناهم محوری بیشترباشد ارتعاشات بیشترخواهدبود.

۳-دامنه ارتعاشات در جهات محوری و شعاعی بالا است .

٤-زاویه فاز تغییر می کند (پایدار نیست) .

۵-ارتعاشات هردودستگاه (گردنده وگرداننده)بیشترازحدمجاز است .

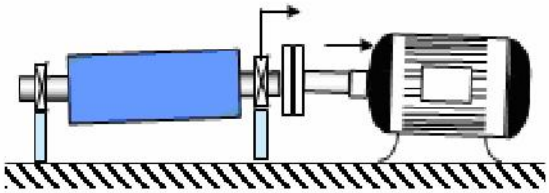
با توجه به اینکه رفتار ارتعاشی Misalignment و نا بالانسی مشابه هم هستند استفاده از تکنیک ها ی دیگر آنالیزارتعاشات مثل آنالیز زاویه فازکمک موثری به تفکیک آنها از همدیگر می کند.

رفتارارتعاشی ناشی از ناهم محوری زاویه ایAngular Misalignment

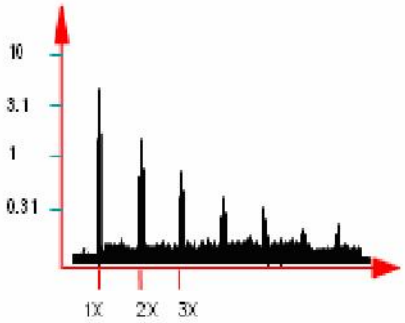
دراین نوع ناهم محوری ارتعاشات درجهت محوری بالاست زاویه فاز دربرینگ های دوطرف کوپلینگ(طرف داخلی الکتروموتوروطرف داخلی پمپ)باهم ۱۸۰درجه اختلاف دارندوارتعاشات آنهاروی یک ودوبرابردور وگاها روی سه برابردوراتفاق می افتد .

درشکل زیرموضوع فوق نشان داده شده است.

ناهم محوري زاويه اي

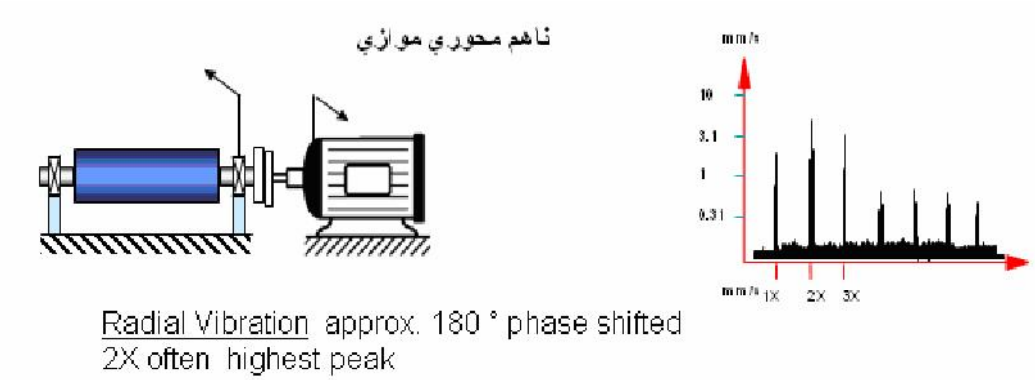


Axial Vibration approx.. 0 ° phase shifted
1X , 2X or 3 X highest



رفتارارتعاشی ناشی از ناهم محوری موازیParallel Misalignment

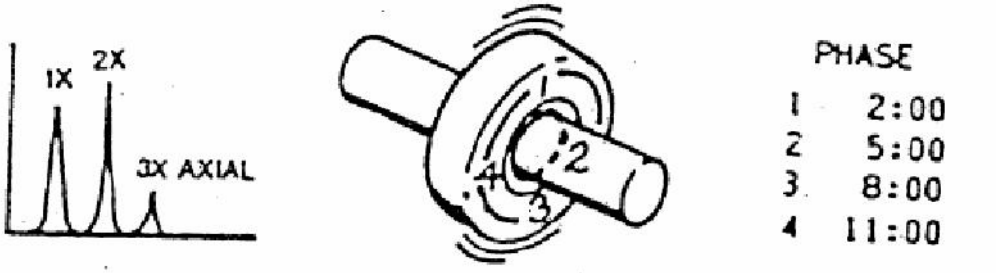
ارتعاشات ناشی ازاین نوع ناهم محوری هم مثل ناهم محوری زاویه ای است و باعث افزایش ارتعاشات شعاعی می شودکه زاویه فازدردوطرف کوپلینگ باهم ۱۸۰درجه اختلاف دارندوارتعاشات درفرکانس دوبرابردورازارتعاشات یک برابردوربالاتراست وبستگی به نوع کوپلینگ وساختمان آن دارد.وقتی ناهم محوری زاویه ای وموازی افزایش پیدا می کنندباعث می شود ارتعاشات درفرکانس های هارمونیک بالاتر(سه برابر چهاربرابرو.....)نیزظاهرشودکه بازهم بستگی به نوع کوپلینگ دارد.



البته دربیشتراوقات ناهم محوری ترکیبی ازدوحالت فوق داردو نکته حائزاهمیت این است که غالبادرجاهائی که ناهم محوری وجوددارد میزان ارتعاشات هردو دستگاه Driver, Driven بالامی رود و باعث افزایش ارتعاشات هردو دستگاه می شود که معمولا دراین گونه موارد با جداکردن کوپلینگ ها(Discouple کردن)وراه اندازی ولرزه نگاری سیستم Driver(الکترو موتور یا توربین بخاری یا گازی) بطورمجزاوبررسی وضعیت ارتعاشی آن به تنهائی کمک موثری برای پیداکردن عیب می کندکه در صورتی که نا هم محوری وجود داشته باشد بایدلرزش نسبت به حالت قبل کاهش پیدا کرده باشد. بابررسی فرکانس های ارتعاشات درحالت جداوکوپله خیلی راحت ترمی توان کارآنالیزراانجام داد.

رفتارارتعاشی ناشی از ناهم محوری بال برینگ ها روی محورMisaligned Bearing

قطعاتی هم که روی محور نصب می شوند مثل بال برینگ ها کوپلینگ هاوبخصوص هوزینگ برینگ ها و..... نیز باید با محوراصلی هم محور باشند در غیر این صورت حتی با هم محوربودن کوپلینگ ها باز هم نشانه های ارتعاشات ناهم محوری وجوددارد که البته درچنین مواردی ارتعاشاتی که ایجاد می شود ممکن است فقط روی یک طرف ماشین به وجود آیدو لرزش طرف دیگر ماشین کم باشد.که ازشایع ترین نوع این نامحوری ناهم محوری بال برینگ ها روی شافت است که معمولا به دلیل رعایت نکردن تولرانس های نصب خمیدگی محوروتراشکاری نادرست محورو سیلیو ویابیش ازاندازه سفت کردن پیچی که برای لاک کردن سیلیو روی محوراستفاده شده ویا استفاده کردن ازپیچ نامناسب(استفاده ازL-Screwبجای Cup-Screw برای محکم کردن سیلیوروی شافت)وجودمی آیدوباعث حرکت پیچشی Twisting بااختلاف زاویه فاز ۱۸۰ درجه ای دربالاوپایین یاناقان (یا کناره ها)وهمچنین افزایش ارتعاشات درجهت محوری همان برینگ وغالبا درفرکانس های دوبرابردورمی شودکه باهم محوری کوپلینگ ها یا بالانس کردن مشکل حل نخواهدشدوبایدیاناقان باز ومجددابه روش صحیح نصب گردد.



انواع کوپلینگ ها

باتوجه به بحث های صورت گرفته ودقت های بسیارزیادی که درانجام کارهم محورسازی بکارگرفته می شودتنهاامکان هم محورسازی درحالت استاتیکی میسرمی شودولی وقتی یک دستگاه تحت شرایط دینامیکی باسرعت بالادرحال کاراست باتوجه به لقی های داخلی بین قطعات وحرکت های دینامیکی رتوروتغییرات درجه حرارت محیط و....امکان رسیدن به یک هم محوری ایده ال به هیچ وجه میسرنیست ولذابرای فائق آمدن برخسارت های ناشی ازناهم محوری وجبران آن اجبارالازم است ازکوپلینگ هایی استفاده شودکه دارای Flexibilityخیلی خوبی باشندتاتاثیرات ناهم محوری دینامیکی رابتوانندجبران نمایند.

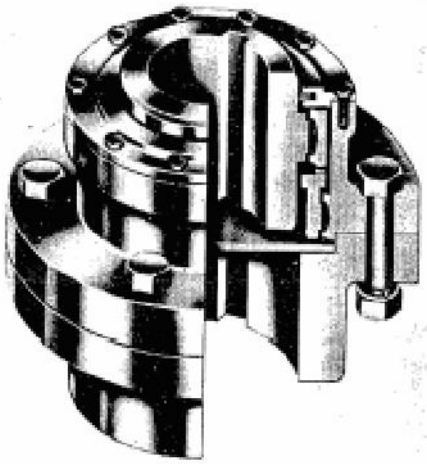
انواع کوپلینگ هاشامل:

۱-کوپلینگ های یک پارچهRigid Coupling

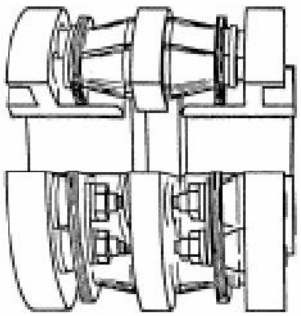
۲-کوپلینگ های قابل ارتجاعFlexible Coupling

کوپلینگ نوع اول برای ماشین آلات حساس بادورهای بالاکاربردی ندارندودراین گونه مواردازکوپلینگ های نوعFlexibleکه دارای خاصیت ارتجائی متعددی هستنداستفاده می شودکه انواع بسیارمتعددی ازآن ادربازاریافت می شودکه برای توان هاودورهای مختلف کاربرددارندجهت آشناشدن مهندسین وتکنسین های تعمیراتی ذیلا به انواعی ازآن که بیشترین موردمصرف درصنایع رادارنداشاره می شود.

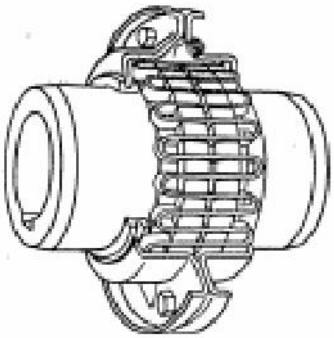
البته لازم به توضیح است که درطی سالهای اخیرانواع جدیدتری ازکوپلینگ هانیزواردبازارشده است که به کوپلینگ های نوع مغناطیسی معروف هستندونیازی به روانکاری نیزندارند.



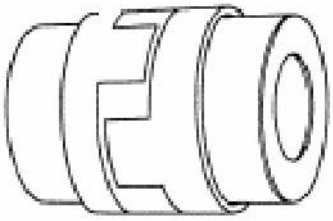
کوپلینگ نوع دنده ای دوطرفه عمودی



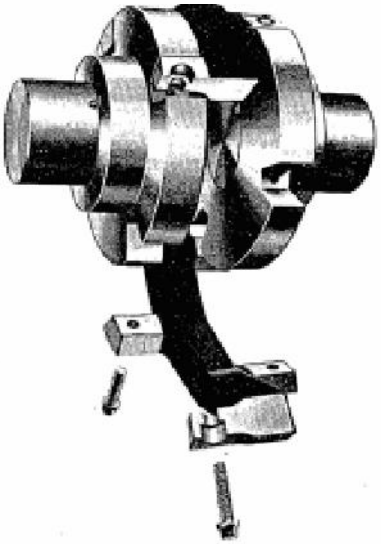
کوپلینگ نوع دیسک فلزی



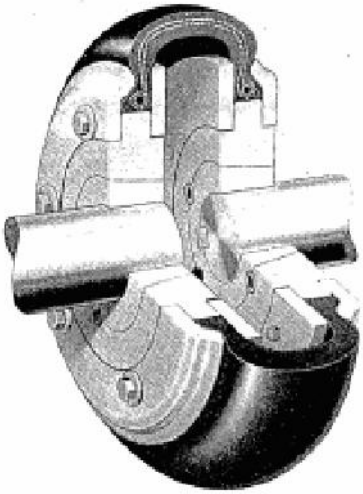
کوپلینگ فنری نوع شبکه ای



کوپلینگ لاستیکی نوع فکی

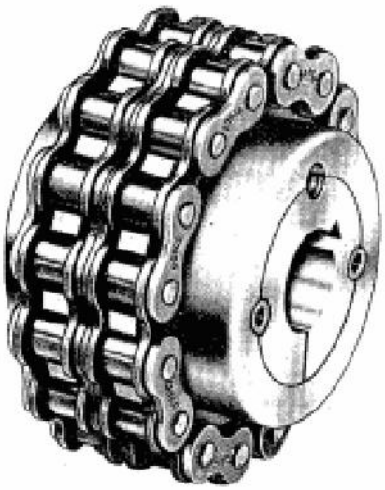


کوپلینگ لاستیکی نوع فشرده نواری

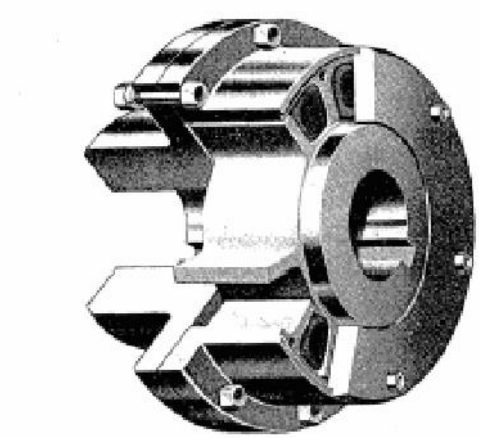


کوپلینگ لاستیکی نوع کلمپ شده

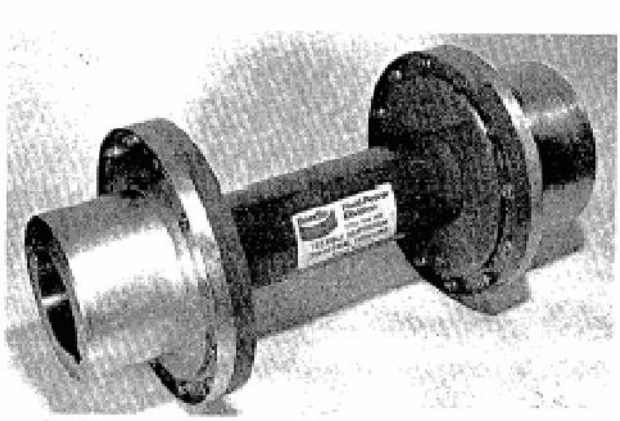
کوپلینگ دیسک فلزی انعطاف پذیر



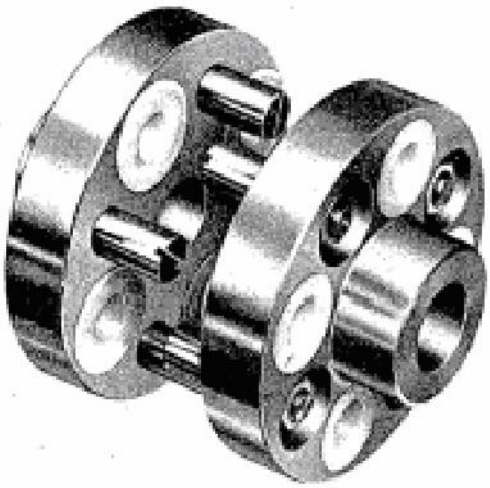
کوپلینگ نوع زنجیری



کوپلینگ نوع لقمه لاستیکی فشرده



کوپلینگ دیافراگمی انعطاف پذیر



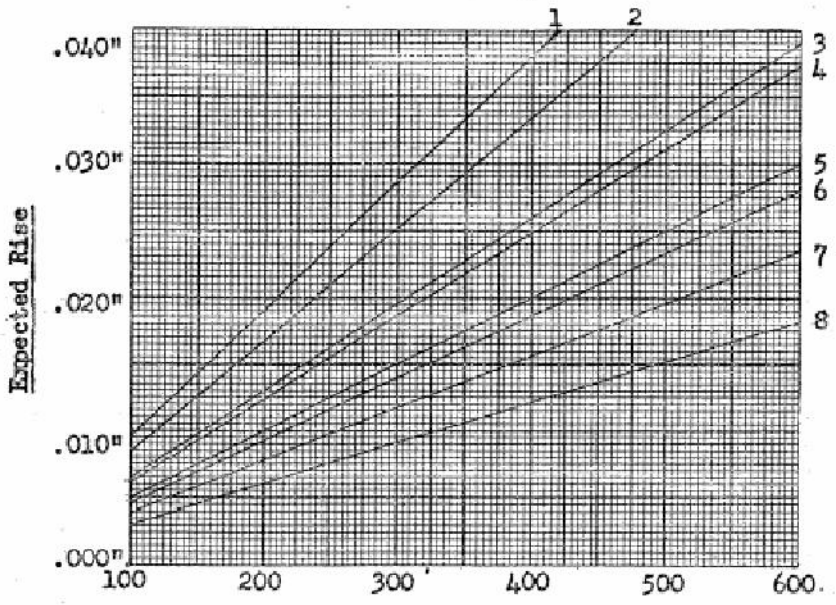
کوپلینگ لاستیکی نوع پین وبوشی

کوپلینگ لاستیکی نوع غلافی

درمنحنی های زیرمیزان رشدحرارتی انواع توربین های بخارشرکت TERRY آورده شده است.

CAUTION! The figures obtained from the curve are approximate only. Alignment must be hot checked and corrected if necessary.

TURBINES



Exhaust Temperature (°F) minus Room Temperature
(See Title Page for Exhaust Temperature)

Curve No.	Type
1	C-1, C-2
2	CS
3	E, ES, EA, ESA, GS, GSA
4	GA, ZAFS, also GAF with no centerline support on coupling end.
5	Z, ZS, Z-1-J, Z-4, ZS-4, ZAT, ZATS, ZAF with no centerline support on coupling end.
6	G, GAT, GF, GHF
7	F
8	ZFM, also ZS, ZS-4, ZATS, GAF, with centerline support on both ends.

Allow .002" - .003" more opening at the top of the coupling than at the bottom.