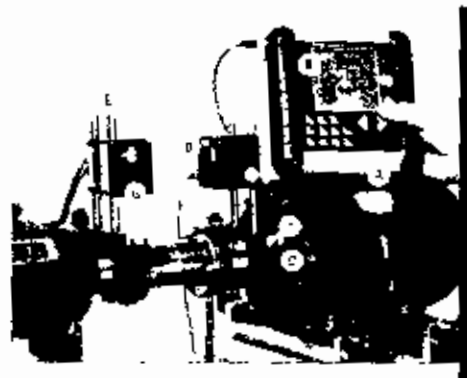
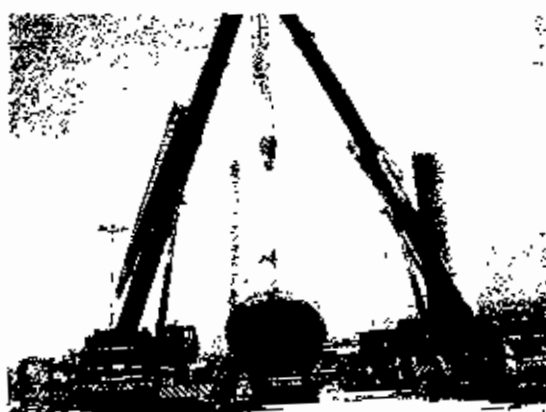


شرکت مهندسی تخصصی نازکیت Nazeran Yekta Co.

**سوپروایزر اجرایی نصب تجهیزات مکانیکی
(استاتیکی و روتاری)**

Mechanical Field Engineer



Central Office: 4th floor - Shams Building - Shams Abadi Ave. - Isfahan

Tel: (+98311) 2231744 - 2231750 Fax: +98311) 2231765

Training Center : Basement - Imam Reza Building - Shams Abadi Ave. - Isfahan

Telefax: (+98311) 2349463 - 2349469

Email : info@nazeranyekta.com

دفتر مرکزی: اصفهان، خیابان شمس آبادی، ساختمان شمس، طبقه چهارم، کدپستی ۸۱۲۴۶۵۳۳۸۱

تلفن: ۲۲۳۱۷۴۴ و ۲۲۳۱۷۵۰ فاکس: ۲۲۳۱۷۶۵ - ۳۱۱

مرکز آموزش: اصفهان، خیابان شمس آبادی، ساختمان امام رضا (ع)،

تلفن و فاکس: ۲۳۴۹۴۶۳ و ۲۳۴۹۴۶۹ - ۳۱۱ - ۲۳۴۹۱۰۱

Email : info@Nazeranyekta.com



کمیته فنی
مهندسی مکانیک

صفحات	مطالب
۳	سلسله مراتب سایت
۸	نصب تجهیزات مکانیکی
۸	۱-۲ انواع نقشه تجهیزات :
۱۲	۲-۲ انواع نصب تجهیزات :
۱۵	۳-۲ فنداسیون تجهیزات :
۲۴	۴-۲ نحوه نصب تجهیزات :
۴۲	۵-۲ مراحل بعد از نصب :
۴۸	۶-۲ روشهای هم محوری : <i>Coupling Alignment</i>
۶۲	۷-۲ متعلقات تجهیزات :
۶۳	۸-۲ انواع گروت :
۶۹	۹-۲ نصب پکیج : <i>Package Installation</i>
۷۰	۱۰-۲ عملیات خاص در نصب تجهیزات :
۷۳	نصب سازه های فلزی <i>Steel Structure</i>
۷۳	۱-۳ آماده سازی قبل نصب :
۷۶	۲-۳ نصب :
۷۷	۳-۳ مراحل نصب :
۸۱	۴-۳ نصب متعلقات <i>St.Str.</i>
۸۲	۵-۳ تحویل نهایی : <i>Final Inspection</i>
۸۴	۶-۳ نصب پوشش سقف و جوانب سوله ها : <i>Siding & roofing</i>
۸۵	۱-۴ مختصات در سایت ها :
۸۶	۲-۴ انواع دوربین :
۸۷	۳-۴ مقاطع عرضی طولی :
۸۸	۴-۴ نحوه محاسبه حجم خاکبرداری و خاک ریزی :
۸۸	گروه های مشترک در پروژه های اجرایی
۹۰	۱-۵ گروه متریا
۹۱	۲-۵ دفتر فنی
۹۳	۳-۵ گروه کنترل کیفیت
۹۴	۴-۵ برنامه ریزی و کنترل پروژه
۹۶	۵-۶ گروه ایمنی
	پیوست ها

پیشگفتار:

با توجه به شرایط اقتصادی و استراتژیک کشورمان بی شک صنایع نفت و گاز و صنایع وابسته به آن در حال حاضر و در آینده یکی از صنایع پرطرفدار، کار آفرین، پیشرفته و پر درآمد می باشد و خواهد بود. و از آنجا که بخش ساخت و اجرایی اکثر پروژه های نفت و گاز توسط نیروهای متخصص داخلی و بومی انجام می پذیرد، آموزش و تربیت نیروی انسانی متخصص در کلیه زمینه های صنایع نفت و گاز یکی از نیازهای مبرم جامعه صنعتی و آموزشی کشور می باشد.

در همین راستا اینجانب پس از چندین سال تجربه اجرایی و طراحی در پروژه های نفت و گاز و صنایع شیمیایی مشابه و دسترسی به مراجع و منابع زیادی در این زمینه ها و کمبود منابع مدون به زبان فارسی لازم دانستم مطالبی در مورد نصب تجهیزات مکانیکی و لوله کشی صنعتی جمع آوری و تالیف نمایم. که جزوه در دسترس بخشی از آن موضوع ها بصورت دوره آموزشی است، که در چندین موسسه و شرکت آموزشی تحت عنوان آموزش سوپروایزر اجرایی نصب تجهیزات مکانیکی و *Mechanical Field Engineer* تدریس می شود.

همانگونه که از نام دوره آموزشی معلوم می باشد، این جزوه بیشتر به نکاتی پرداخته است که باید کارشناسان دفتر فنی، مهندسان ناظر (*Field Engineer*)، مهندسان اجرایی و سوپروایزر های اجرایی در مراحل گوناگون نصب تجهیزات آنها را رعایت و مدنظر قرار دهند. همچنین در هر جا که لازم باشد به نکات فنی و علمی برای درک مفهومی و علمی کار اشاره شده است.

عموما سوپروایزرها به رهبری و هدایت گروه های اجرایی می پردازند در حالی که *Field Engineer* بیشتر مشغول چک کردن نکات فنی و جلوگیری از اشتباهات اجرایی و مطابقت شرایط اجرایی سایت با دستورالعمل ها و استاندارد ها می باشد و همچنین در صورت بوجود آمدن مغایرت های فنی مسئول بر طرف کردن آنها خواهد بود. مطالب این دوره طوری جمع آوری شده اند که هر شخص آشنا به پروژه های اجرایی بتواند از آن بهره ببرد.

مطالب جزوه بدین ترتیب طبقه بندی شده اند، در فصل اول سلسله مراتب سایت، در فصل دوم کلیه مطالب مربوط به نصب تجهیزات روتاری و استاتیکی، در فصل سوم مطالبی بصورت خلاصه در مورد نصب سازه های فلزی و در فصل چهارم مطالبی جهت آشنایی با اصول نقشه برداری مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند.

در پیوست جزوه به ترتیب کوپلینگ و طبقه بندی آنها ، طبقه بندی پمپ های سانتریفیوژ، چک لیست های ماشین آلات و گروت ریزی و لیست فایل و استاندارد های موجود در ۲ CD پیوست آورده شده اند.

امید است که مطالب این جزوه برای کلیه کاربران آن در جهت افزایش تجربه فنی و اجرایی مفید واقع شود. مورد امتنان خواهد بود که هرگونه اشکال فنی و پیشنهادت خود را با اینجانب از طریق ایمیل و تلفن در میان بگذارید.

تابستان ۸۶- اسعد غفوری

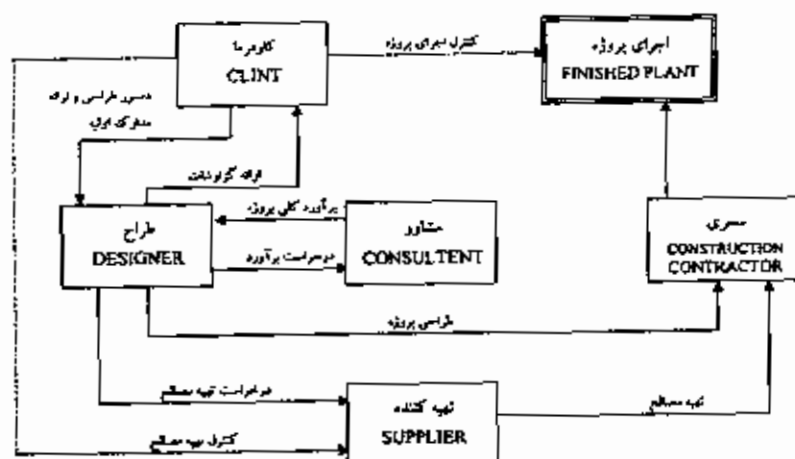
فصل اول

سلسله مراتب سایت

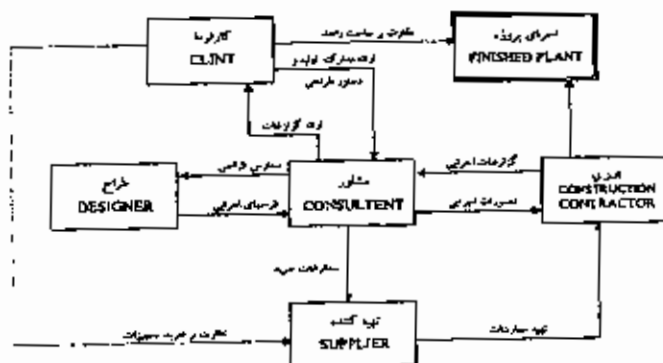
مقدمه:

در حالت کلی به محلی که قرار است یک واحد صنعتی (Plant) در آن ساخته شود (تا مرحله بهره برداری) سایت اطلاق می گردد. کلیه مراحل طراحی و مهندسی (Engineering)، خرید و سفارش متریال و تجهیزات مورد نیاز (Purchase) و اجراء (Construction) یک واحد صنعتی صنعتی بصورت یک پروژه تعریف می گردد. با توجه به شرایط و توان شرکت های پیمانکار و شرایط قراردادهای مالک اصلی پروژه ممکن است هریک از بخش های پروژه را به یک یا چندین شرکت یا گروهی از شرکت ها که در جهت هدف خاصی متحد شده اند (Joint Venture) واگذار نماید. همچنین احتمال دارد برای کارهای خاصی از چندین شرکت مشاوره (Consultant) کمک بگیرد. بنابراین گروههای کارفرما (Client)، طراحی (Engineering)، تهیه کننده مواد اولیه و تجهیزات (Supplier)، اجرایی (Construction) و بعضا مشاوران (Consultent) جزء گروههای اصلی در گیر در یک پروژه صنعتی می باشند. در شکل های ۱-۱، ۱-۲ و ۱-۳ نحوه ارتباط آنها طبق محوریت هر کدام نشان داده شده است.

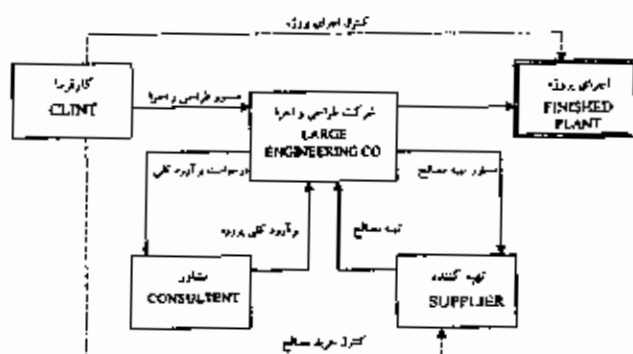
شرکت های اجرایی که برای ساختن و بنیاد نهادن یک واحد صنعتی گردد هم می آیند یک کارگاه سیار را تشکیل خواهند داد. باتوجه به نوع و حجم کار (Electrical, Instrument, Civil, Mechanical) ممکن است چندین شرکت اجرایی در ساختن یک واحد صنعتی نقش داشته باشند که هر کدام کارگاه مخصوص به خود را دارا می باشند. یکی از عظیم ترین و مهمترین بخش های هر پروژه صنعتی قسمت مکانیکال آن می باشد که عملیات نصب تجهیزات ثابت و دوار، لوله کشی صنعتی، رنگ آمیزی، عایق کاری، نصب سازه های فلزی و بعضا راه اندازی را شامل می باشد. بنابراین با توجه به محتوای دوره در این قسمت سعی می شود چارت سازمانی این گروه بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. البته بخش های زیادی از چارت سازمانی (دفتر فنی، QC، آرشیو، انبار، اداری، مالی، برنامه ریزی، HSE، متریال، ترانسپورت) در بین کارگاههای مختلف مشترک می باشند و فقط قسمت های اجرایی با توجه به نوع کار با همدیگر متفاوت خواهند بود.



شکل ۱-۱: ارتباطات پروژه طراحی محور



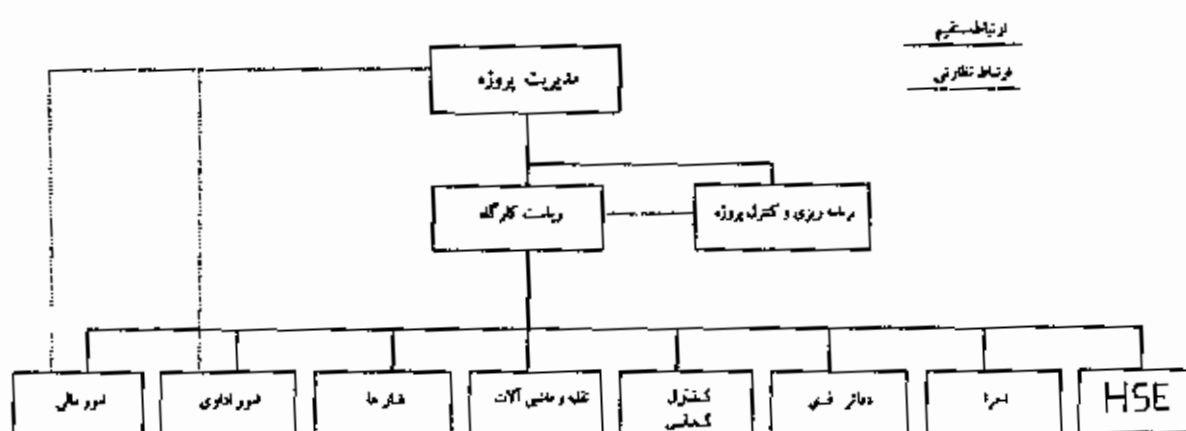
شکل ۲-۱: ارتباطات پروژه مشاور محور



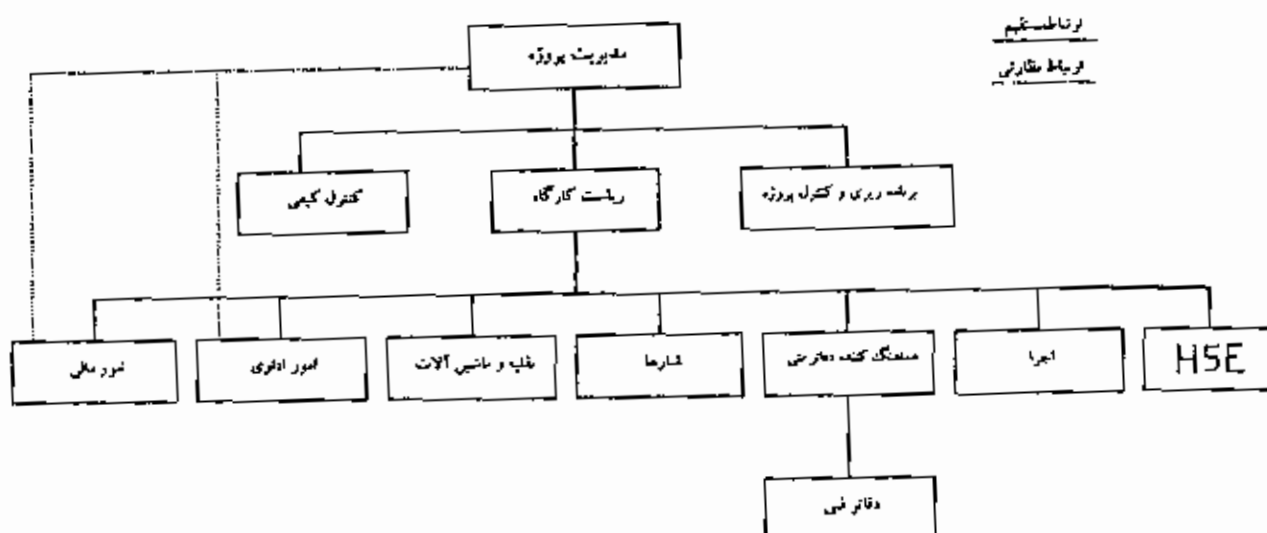
شکل ۳-۱: ارتباطات پروژه طراحی و اجرا محور

تنظیم چارت سازمانی ممکن است بنا به نظر مدیر پروژه و سوابق افراد و شرایط کاری از یک کارگاه به کارگاه دیگر متفاوت باشد ولی بصورت کلی می توان نمونه هایی از آنها را در شکل های ۴-۱ و ۵-۱ ارائه نمود.

همچنانکه مشاهده می گردد این چارت ها نشان دهنده قسمت کارگاه و اجرای پروژه می باشند. در پروژه های جامع تر (EP, PC, EC, EPC) واحدهای زیادی مانند واحد تامین اعتبارات و حسابداری (فاینانس)، واحد بازرگانی (بیمه، قراردادها ..)، واحد کنترل پروژه (برنامه ریزی زمانی و کنترل هزینه ها)، واحد مهندسی (طراحی و مشاوره)، واحد خرید و تدارکات (خرید، پشتیبانی (ورود کالا، حمل و نقل و بازرسی کالا))، واحد اجرایی، واحد آموزش، واحد QC/QA، واحد HSE، واحد تاسیسات زیر بنایی و ... ممکن است جزء چارت سازمانی یک پروژه صنعتی باشند.

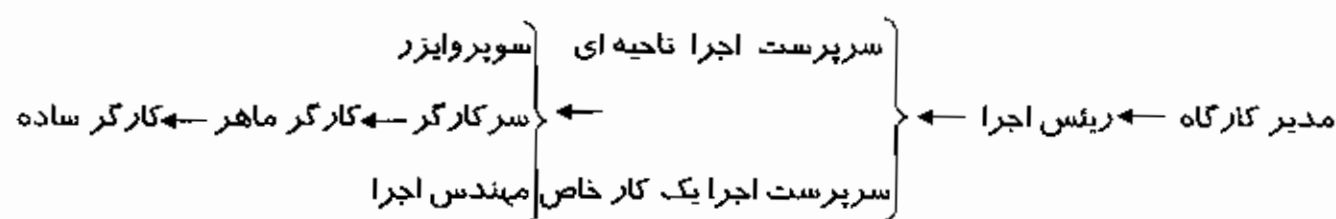
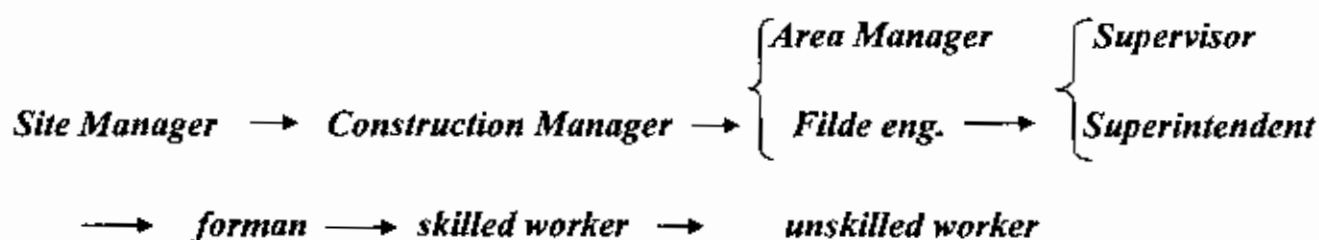


شکل ۱-۴: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی



شکل ۱-۵: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی

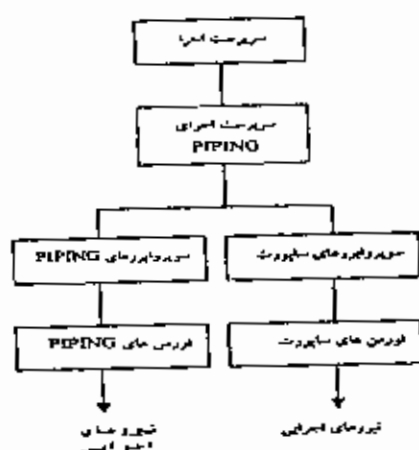
سلسله مراتب اجرایی سایت در حالت کلی به شکل زیر خواهد بود :



از نوع کارگر ماهر می توان انواع جوشکار، برشکار، فیتز، نصاب، مکانیک، میل رایت، برقکار صنعتی، بناء، قالب بند، اروماتور بند، راننده جرثقیل، راننده کامیون، سرویسکار و ... و از نوع کارگر غیر ماهر می توان انواع افراد کمکی و کارگران ساده ساختمانی و صنعتی را نام برد.

قرار گرفتن هر شخص در بخشهای مختلف این سلسله مراتب بستگی به حجم و نوع کار و شایستگی و سوابق افراد دارد. بطور مثال اگر یک شرکت در چندین ناحیه مجزا از یکدیگر کار اجرایی داشته باشد، بهتر است از سرپرست اجرایی ناحیه ای استفاده کند، البته این کار مستلزم توانایی و سابقه کاری آن شخص در چندین کار (لوله کشی، نصب تجهیزات، نصب St.str، سیویل، رنگ و عایق و...) خواهد بود. در صورتی که شرکت فقط در یک ناحیه کارهای متفاوت داشته باشد بهتر است برای هر کار خاص یک سرپرست اجرا داشته باشد. بدهی است که با هر یک از سرپرستان اجرایی باتوجه به نوع و حجم کار چندین سوپروایزر اجرایی همکاری خواهند نمود. شکل

۶-۱



شکل ۶-۱: چارت سازمانی کلی یک کارگاه اجرایی

در کل یک مدیر کارگاه (یا سرپرست هر بخش) می تواند نکات زیر را جهت بالا بردن راندمان کاری مدنظر داشته باشد .

۱- برگزاری جلسات کوتاه مدت با سرپرستان بخش های مختلف ، اجبار به ارائه گزارش های پیشرفت کار و محول نمودن مسئولیت های بیشتر به افراد تا حد توان براساس سوابق و دستمزد .

۲- افزایش حقوق نیروهای فعال و مفید و اعلام گسترده به پرسنل برای بالا بردن راندمان کاری و ایجاد انگیزه مثبت و در کل کاهش تعداد نیروها.

۳- گرفتن گزارشات کلی از سرپرست ها بصورت روزانه و هفتگی

۴- دادن پاداش علاوه بر حقوق به افراد لایق و شایسته

۵- حکم فرما کردن شایسته سالاری و فهماندن آن به پرسنل جهت افزایش حس همکاری و همراهی بیشتر

۶- افزایش روحیه کاری پرسنل از طریق رعایت کردن نکات اخلاقی ، عاطفی و طرز برخورد و فهماندن این موارد به کلیه پرسنل در جهت افزایش قوه *EQ* (کیفیت حس عاطفی) افراد.

۷- داشتن برنامه جهت آموزش نیروها جهت بالا بردن بازده کلی کار و افزایش قوه *IQ* (کیفیت هوشی و فکری) افراد

۸- بازدید های غیر متعارف و بدون هماهنگی از پرسنل اجرایی، دفتری و اداری.

۹- کنترل شدید ساعت ورود و خروج افراد به کارگاه و حضور فعال و گسترده مدیران در آن مواقع

۱۰- داشتن شرح وظایف برای کلیه افراد تا سطح فورمن ها و داشتن برنامه صحیح جهت

پرکردن ساعات کاری آنها و در صورت امکان سپردن کار بیشتر و اشتراک کارها در بین آنها (البته بایستی حتما مرز کاری افراد حفظ شود)

۱۱- عدم استفاده از پارتی و معرفی افراد در هنگام استخدام و عدم استخدام های بی مورد در هر کدام از بخشها

۱۲- استفاده از نیروهای لایق و کار آزموده به بجای نیروهای سیاه لشکر

۱۳- تنظیم نیروهای *Back to Back* در هنگام مرخصی های دوره ای (کارگاه های اقماری) جهت جلوگیری از نفراط اضافی برای یک پست سازمانی.

فصل دوم:

نصب تجهیزات مکانیکی

مقدمه:

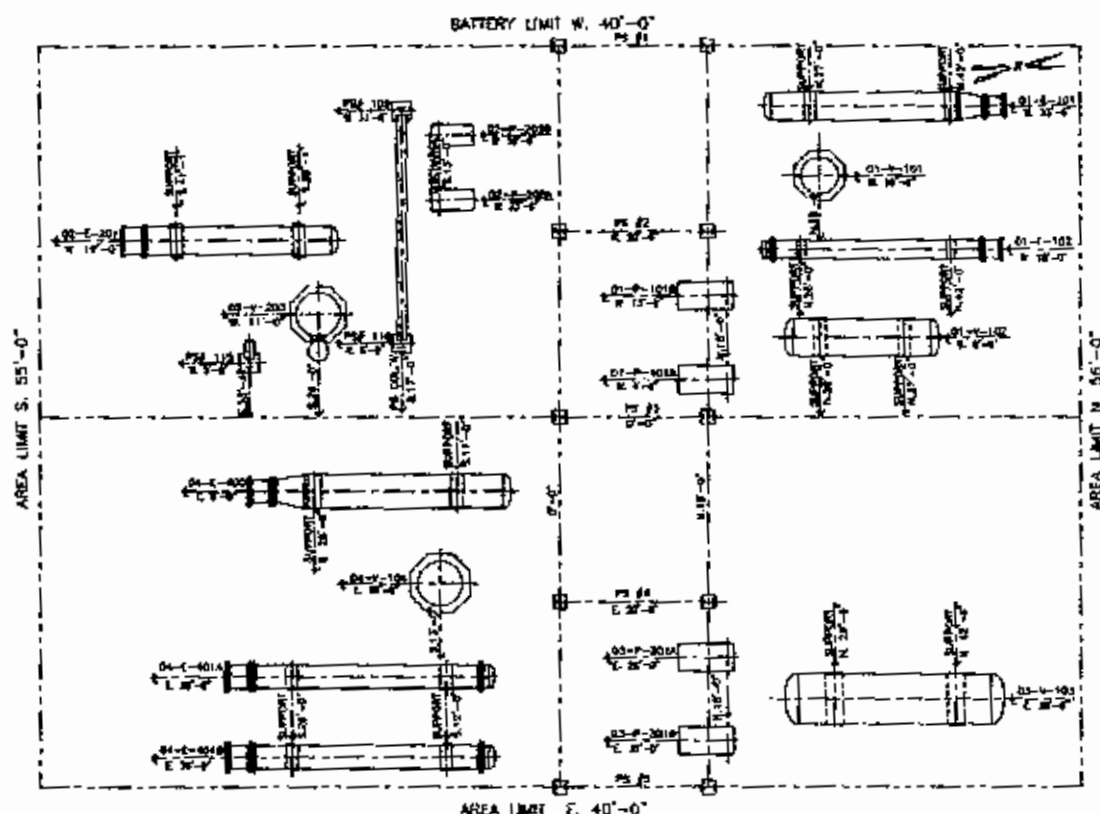
در واحدهای صنعتی تجهیزات مکانیکی از امان های اولیه می باشند تجهیزات مکانیکی شامل انواع پمپ ها، کمپرسورها، توربین ها، ژنراتورها، مخازن تحت فشار، مخازن ذخیره، همزن ها، فیلترها، واحدهای مواد شیمیایی، مبدل های حرارتی، کولر ها، کولر های هوایی، واحدهای تولید بخار، هوای فشرده، آب شیرین، نیتروژن، برج های تقطیر، کوره ها، راکتورها و... می شود. یکی از عمده ترین کارهای اجرایی گروه مکانیکال نصب تجهیزات خواهد بود. متأسفانه در کشور ما منابع آموزشی برای نصب تجهیزات خیلی محدود و کم می باشد. بیشتر منابع در سطح دستورالعمل های داخلی و تهیه کنندگان تجهیزات مختلف است که از حالت جامع و کلی برخوردار نمی باشد. در این بخش از جزوه سعی شده است اصول کلی و عمومی نصب تجهیزات ثابت و روتاری براساس استانداردهای *API*، *IPS* و (استندارد شرکت ملی نفت ایران و انجمن نفت آمریکا) و دستورالعمل های مختلف سازندگان گوناگون مورد بحث و بررسی قرار گیرد.

۱-۲ انواع نقشه تجهیزات :

در حالت کلی برای تجهیزات مکانیکی نقشه های متفاوتی ارایه می شود، که عمومی ترین آنها عبارتند از نقشه کلیدی یا پلان تجهیزات، نقشه جزئیات تجهیز و نقشه پکیج ها.

۱-۱-۲ نقشه کلیدی سایت : *(Equipment Layout) Key Plan*

این نقشه یک دید از بالا سایت می باشد که فقط تجهیزات در آن مشخص می باشند و مختصات مرکزهای اصلی تجهیزات براساس مختصات کلی سایت در آن ذکر شده و بعضاً بیان کنند و نشان دهنده ابعاد فنداسیون و جهت گیری تجهیز و نحوه اتصال خطوط به آن می باشد. نمونه ای از این نقشه ها در شکل ۱-۲ آورده شده است. این نقشه ها برای نحوه نصب و تعیین و مشخص کردن مرکز های اصلی تجهیزات کاربرد فراوان دارند.



۲-۱-۲ نقشه جزئیات تجهیزات : (Detail Dwg.)

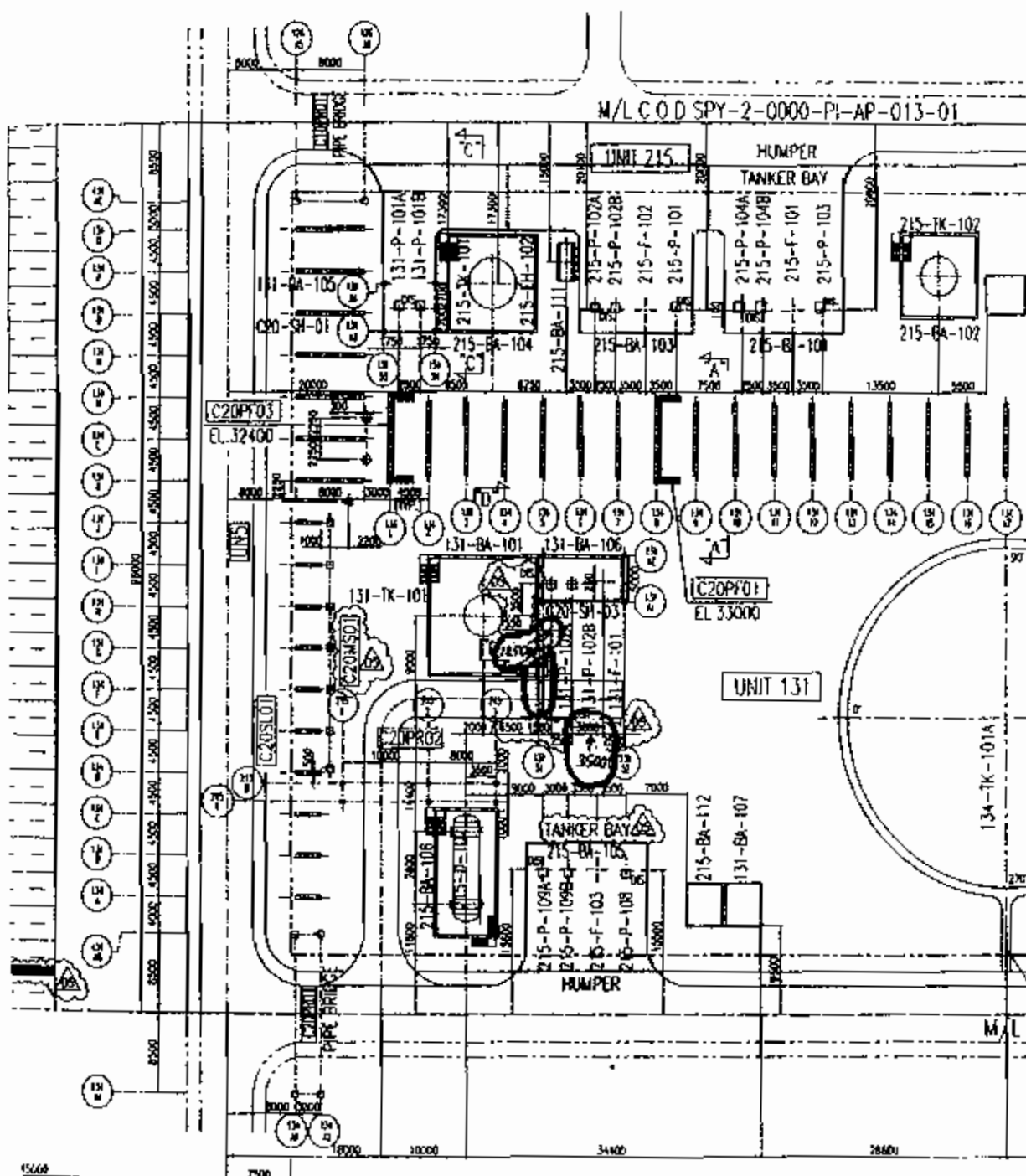
این نقشه توسط سازندگان طبق سفارش کارفرما تهیه می گردد. و در چندین مرحله توسط ناظران کارفرما چک و بازبینی خواهد شد تا به مرحله ساخت برسد. در واقع این نقشه همان نقشه ساخت دستگاه نیز می باشد. این نقشه بیان کننده کلیه جزئیات همچون جنس، نحوه جوش، تست ها، محل اتصال نازل ها و کلاس آنها، ساپورت و ابعاد نشیمن گاههای تجهیز و یا ابعاد شاسی، شیب بندی، مشخصات اسلایدینگ پلیت و غیره خواهد بود (شکل ۲-۲). معمولاً در یک گوشه از نقشه جزئیات جهت گیری تجهیز نیست به شمال سایت نیز نشان داده خواهد شد.

۳-۱-۲ نقشه پکیج ها : (Package Dwg.)

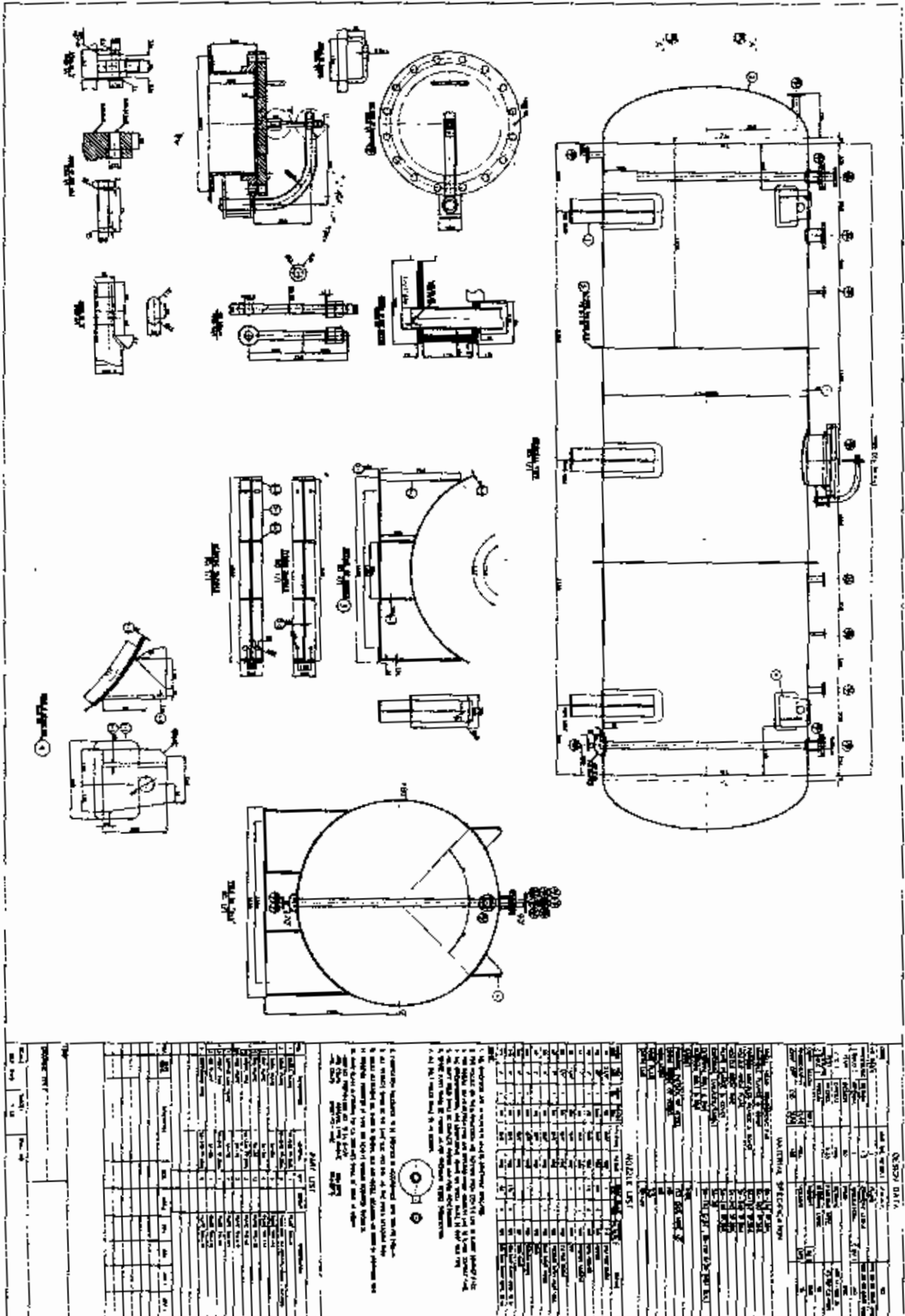
معمولاً در واحدهای صنعتی برای تولید یک ماده معین یا انجام دادن یک فرایند مشخص (هوای فشرده، نیتروژن، بخار، آب شیرین، ژنراتور، کوره ها، واحدهای شیمیایی و ...) از چندین دستگاه که به وسیله لوله کشی، داکت یا مستقیم به هم متصل می باشند، استفاده می گردد. به این مجموعه ها اصطلاحاً پکیج گفته می شود. نقشه های پکیج ها هم بیان کننده جزئیات تک تک

اجراء دستگاهها خواهند بود هم اینکه بیان کننده نحوه اتصال آنها به همدیگر و ترتیب نصب

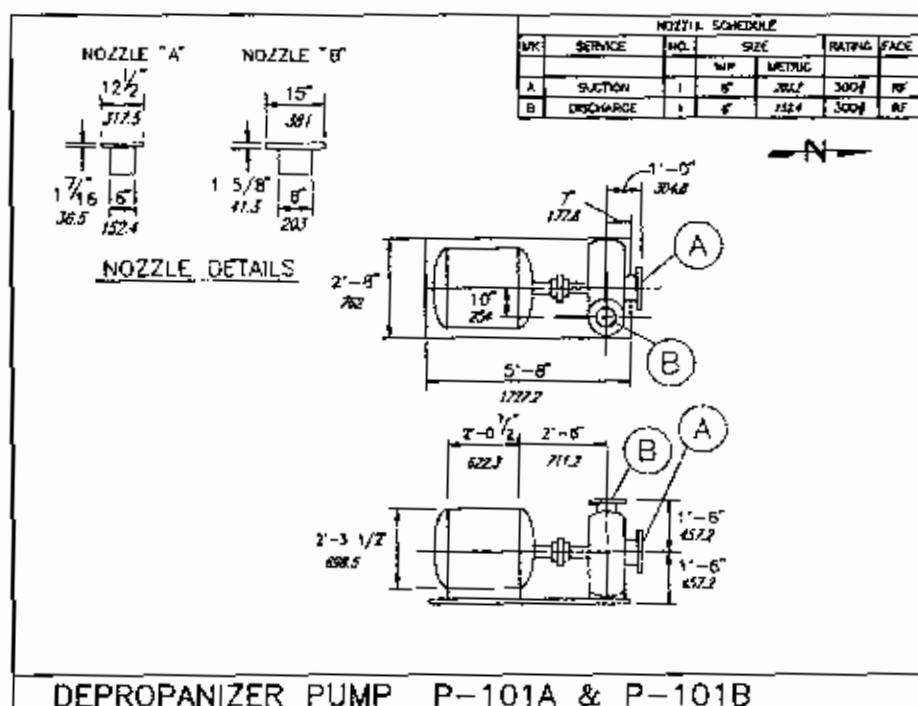
خواهند بود شکل ۲-۲



شکل ۲-۱: نمونه هایی از یک پلان تجهیزات



GENERAL DATA		SPECIFICATIONS		MATERIALS		DIMENSIONS		WEIGHTS		NOTES	
NO.	DESCRIPTION	UNIT	QTY	UNIT	QTY	UNIT	QTY	UNIT	QTY	UNIT	REMARKS
1	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
2	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
3	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
4	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
5	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
6	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
7	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
8	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
9	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
10	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
11	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
12	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
13	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
14	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
15	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
16	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
17	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
18	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
19	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
20	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
21	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
22	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
23	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
24	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
25	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
26	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
27	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
28	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
29	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
30	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
31	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
32	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
33	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
34	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
35	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
36	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
37	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
38	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
39	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
40	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
41	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
42	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
43	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
44	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
45	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
46	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
47	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
48	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
49	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
50	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
51	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
52	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
53	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
54	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
55	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
56	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
57	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
58	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
59	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
60	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
61	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
62	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
63	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
64	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
65	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
66	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
67	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
68	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
69	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
70	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
71	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
72	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
73	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
74	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
75	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
76	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
77	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
78	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
79	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
80	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
81	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
82	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
83	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
84	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
85	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
86	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
87	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
88	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
89	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
90	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
91	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
92	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
93	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
94	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
95	INTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
96	EXTERNAL	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
97	FLANGE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
98	VALVE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
99	PIPE	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	
100	SUPPORT	mm	1	mm	1	mm	1	mm	1	mm	



شکل ۲-۲: نمونه هایی از نقشه جزئیات تجهیزات

۲-۲ انواع نصب تجهیزات :

۱-۲-۲ تجهیزات ثابت : (Statics Equipment)

به تجهیزاتی اطلاق می شود که هیچ گونه قطعه یا بخشی متحرک در داخل آنها موجود نباشد و در حالت کاری و بهره برداری کاملاً ثابت باشند. اینگونه تجهیزات فقط تحت اثر عامل های فشار داخلی، فشار خارجی (باد)، وزن سیال داخل، وزن تجهیز، نیروهای انقباض وانبساط و تنش های حرارتی قرار دارند. انواع *Vessel* ها ، مخزن ها ، تاورها، فیلترها، مبدل های حرارتی، بویلرها و ... جزء تجهیزات استاتیکی محسوب می گردند. نصب این گونه دستگاهها نسبت به روتاریها از حساسیت کمتری برخوردار می باشد .

۲-۲-۲ تجهیزات دوار : (Rotary Equipment)

به تجهیزاتی که قسمت هایی از آن با سرعت های متفاوت در حال دوران یا حرکت رفت و برگشتی باشد تجهیزات روتاری گویند. این تجهیزات علاوه بر اثرات داخلی و خارجی همانند تجهیزات ثابت تحت اثر نیروهای دینامیکی ناشی از دوران قطعات در حال دوران نیز قرار می گیرند. انواع پمپ ها، کمپرسورها،

ژنراتورها، توربین ها، فن ها، دمنده ها تجهیزات روتاری محسوب می شوند. نصب و تنظیمات تجهیزات روتاری از حساسیت زیادی برخوردار می باشد و بایستی در اجرای آنها کلیه دستورالعمل ها به دقت رعایت گردد، زیرا هر گونه عدم تنظیم و نامیزانی در حالت دورانی یا رفت و برگشتی باعث بوجود آوردن نیروهای دینامیکی بیشتر از حد انتظار و یا تشدید دامنه نوسان قطعات دورانی و ارتعاشات اضافی می شود که در کل می تواند به سیستم و دستگاه خسارات فراوانی وارد کند. دسته ای دیگر از تجهیزات وجود دارند که به صورت ترکیبی از حالت روتاری و استاتیکی می باشند که می توان آنها را در هر یک از دسته های بالا با ملاحظات طبقه بندی نمود. مانند *Air Fin* *Cooler* ها، انواع میکچر و همزن ها، نوار نقاله ها و ...

۲-۳ فایل کنترل نصب :

نصب تجهیزات شامل مراحل مختلف می باشد، بنابراین بایستی برای کلیه تجهیزات موجود در یک سایت (یا یک ناحیه طبق قرارداد) یک فایل کلی تشکیل داد که شامل اطلاعاتی همچون نام تجهیز، *Eq. Tag*، ناحیه، وزن تجهیز، نوع تجهیز، ورود متریال، آماده بودن فنداسیون، حمل دستگاه، جیبینگ، پدینگ، نصب، به مرکز آوردن دستگاه، تراز کردن، هم محوری اولیه، گروت کردن، هم محوری ثانویه، تحویل نهایی، *Preservation* (نگهداری تا مرحله بهره برداری)، *Box up* (تمیز کاری داخلی و نهایی) باشد. و به صورت روزانه اطلاعات آن به روز شود تا به راحتی فرایند نصب را تحت کنترل در آورند و گلوگاه ها و مشکلات (*Bottle Neck*) را پیدا نموده و برای رفع آنها برنامه ریزی نمود. همچنین این فایل در نوشتن صورت وضعیت و برنامه ریزی و گزارشات هفتگی و *Claim* می تواند کمک فراوانی به همه گروه ها بکند. البته برای تجهیزات خاص مثل پمپ ها و کمپرسورها عملیات های خاصی مانند *oilfilling* و *oilflushing* یا هر نوع عملیات خاص مربوط به تجهیزات را باید به قابل اصلی اضافه کرد.

۲-۴ ملزومات قبل نصب : (*Preparation*)

بعد از رسیدن تجهیزات به سایت یا انبار سایت بایستی ابتدا تجهیز کاملاً چک شود و در صورت مشاهده هر گونه صدمه یا عدم مطابقت متعلقات با *Packaing list* ها مراتب سریعاً به کارفرما گزارش شود. بایستی تجهیزات (براساس ظرافت آنها) در محل های مناسب سرپوشیده

یا فضای آزاد نگهداری شوند. هیچ وقت تجهیز نبایستی مستقیماً روی زمین قرار گیرد یا اینکه در معرض تابش نور آفتاب قرار گیرد. حتماً از الوارهای چوبی مناسب و پوشش های مناسب برای این منظور استفاده گردد. برنامه نصب و تحویل فنداسیون ها از طرف گروه عمرانی را بایستی طوری تنظیم نمود که زمان انبار داری حداقل گردد. در مورد تجهیزات روتاری در حالتی که زمان انبارداری به درازا بکشد حتماً بایستی طبق دستورالعمل سازنده آنها، بازدیدهای دوره ای جهت بررسی عملکرد دورانی و شرایط عمومی دستگاه در نظر گرفته شود نتایج به کارفرما گزارش شود. در صورت امکان و طبق دستورالعمل ها قطعات حساس روی تجهیزات برداشته و در باکس های مناسب نگهداری شوند.

۳-۲ فنداسیون تجهیزات : (Equipment Foundation)

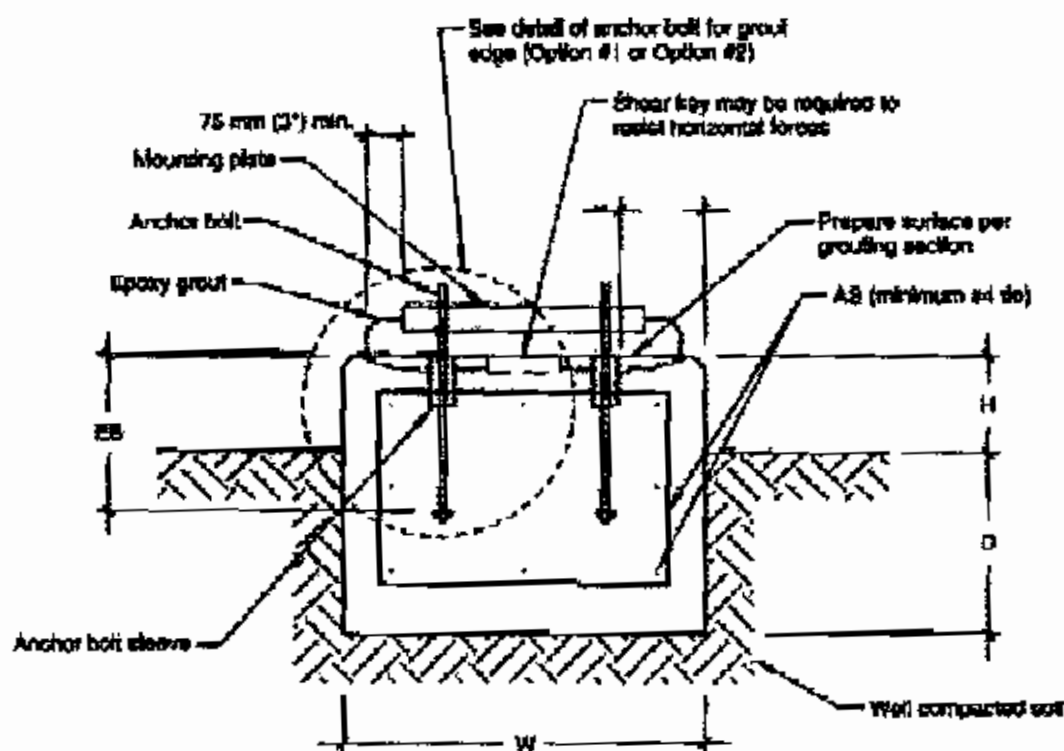
برای نگهداری وزن و جذب نیروهای خارجی و داخلی وارد بر تجهیزات و انتقال آنها به زمین و همچنین برای نگهداری خود تجهیزات و فراهم نمودن ارتفاع مناسب و مورد نیاز برای تجهیزات از فنداسیون ها استفاده می شود. در کتاب های هندبوک مخازن تحت فشار و هندبوک های عمرانی به تفصیل در مورد ابعاد و وزن فنداسیون ها بحث شده است. در اینجا عملیاتی که بر روی فنداسیون انجام می شود تا مناسب نصب تجهیزات شوند بیشتر مورد بررسی قرار خواهد گرفت. طراحی نامناسب فنداسیون می تواند باعث دفع ناقص ارتعاشات در تجهیزات دووار گردد و معایبی همچون ارتعاش زیاد، سایش، کاهش عمر آب بند ها و شکست های مکانیکی بوجود آید. در شکل های ۲-۴ الی ۲-۶ جزئیات چند فنداسیون تجهیزات دووار نشان داده شده است.

۳-۲-۱ انواع قرارگیری Anchor Bolt در فنداسیون ها :

تجهیزات اکثراً بوسیله انکربولت به فنداسیون ها اتصال داده می شوند. انکربولت ها طبق استاندارد در شکل های متفاوت ساخته می شوند انواع انکربولت ها در شکل ۲-۷ نشان داده شده اند. معمولاً انکربولت های تجهیزات ثابت در داخل فنداسیون موقع ریختن بتن جایگذاری می شود. برای حفظ موقعیت دقیق انکر بولت ها هنگام بتن ریزی و عم جابجایی مخصوصاً وقتی که تعداد انکر بولت ها زیاد باشد از نگهداری آنها توسط شابلون و فیکسچر استفاده می شود. ولی در مورد

تجهیزات دوار از *Anchor Box* (محفظه های خالی داخل فنداسیون) برای تنظیم دقیق *Centring* استفاده می گردد. که بعد از انجام و تحویل مرکزیت دستگاه *Anchor Box* ها توسط گروت مناسب پر می گردد و کل فنداسیون یکپارچه می شود. ابعاد انکر باکس بایستی حداقل ۱۰ برابر قطر *Anchor Bolt* باشد.

در مورد انکر بولت های جایگذاری شده در بتن در سازه های بزرگ برای بالا بردن تیرانس جابجای انکر بولت می توان از *Sleeve* های فلزی یا فومی (بعد بتن ریزی با حلال زدوده خواهد شد) یا *Sleeve* موقت (لوله *PVC* که در موقع خشک شدن بتن برداشته می شود) استفاده نمود. اسلیف به محفظه خالی استوانه ای شکل اطراف انکر بولت که معمولاً نصف ارتفاع انکر بولت را شامل می شود اطلاق می شود. در مورد تجهیزات دوار نیز احتمال دارد انکر بولت اسلیف دار استفاده شود. همچنین در مورد تجهیزات سبک می توان از



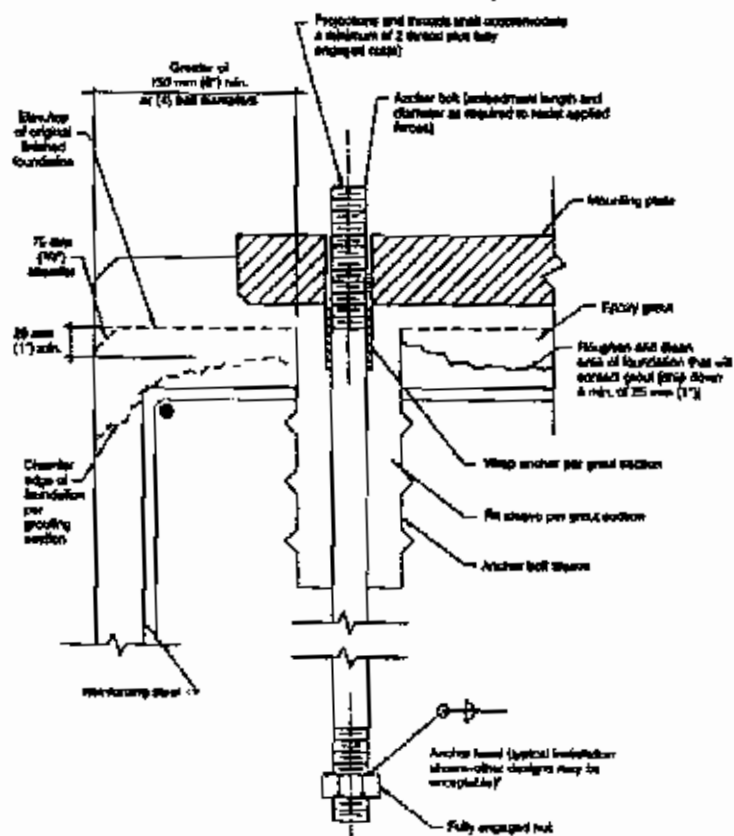
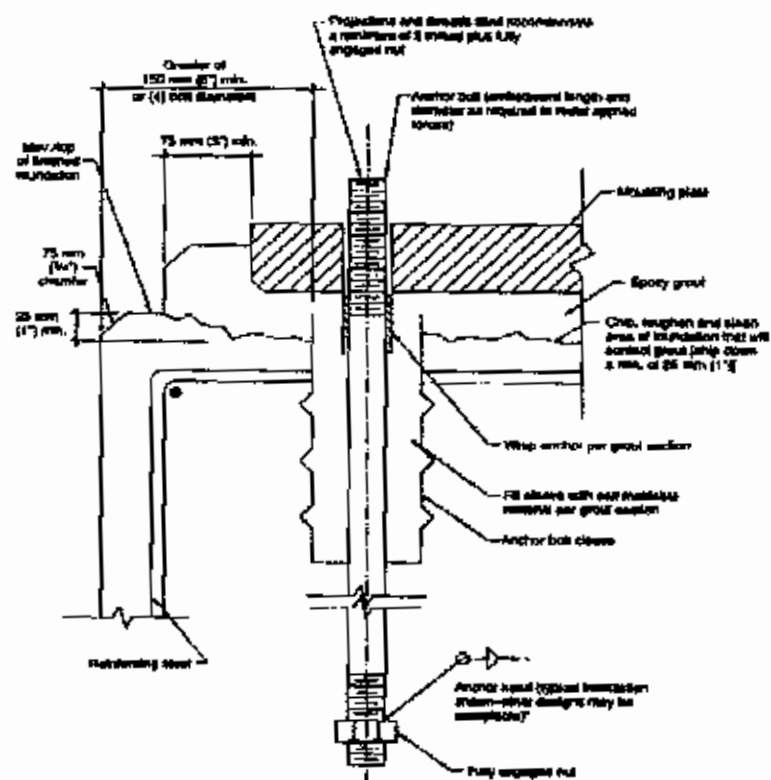
Section Through Foundation

W	Width	Refer to foundation design section of specification
EB	Anchor Embedment	Shall be as required to resist anchor bolt forces
D	Depth Below Grade	Shall be adequate to prevent frost heave
H	Depth Above Grade	Shall be adequate to prevent damage to equipment from water due to runoff (150 mm (6") minimum)
AS	Area of Reinforcing	Refer to the minimum area of steel requirements of the reinforcing section of foundation design
ED	Anchor Bolt Sleeve Edge Distance	Shall be adequate to develop required force on anchor bolt, a minimum of 150 mm (6") or (4) bolt diameters (whichever is greater), or as recommended by anchor bolt manufacturer.

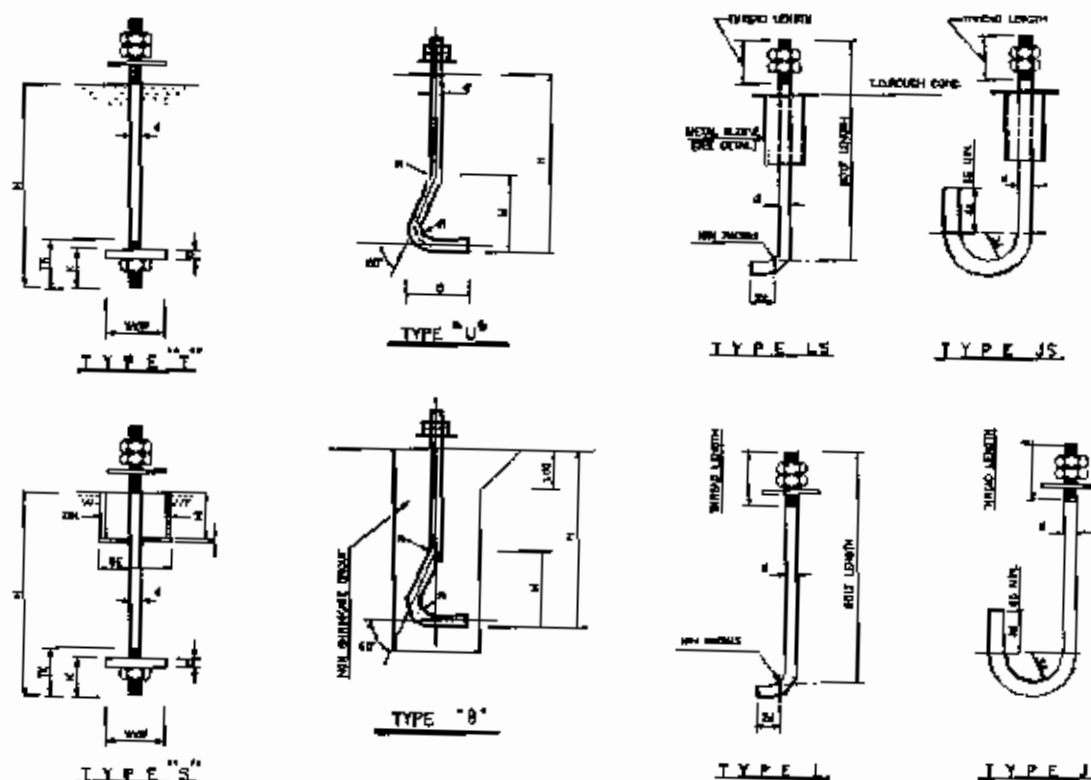
شکل ۲-۴: جزئیات فنداسیون نوع بلوک مستطیلی

اکسپانشن بولت و بولت های شیمیایی (*Expansion & Chemical Bolt*) استفاده نمود.

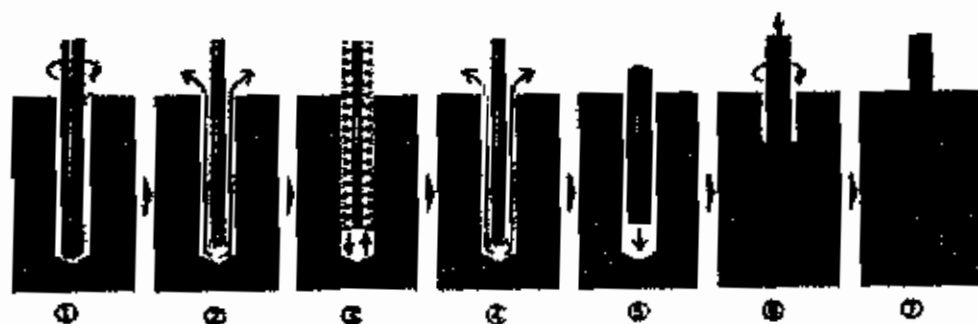
بولت های اکسپانشن دارای انتهای برآمده می باشند که درون یک غلاف چاک دار قرار دارند در صورتی که بولت در سوراخ از قبل ایجاد شده قرار گیرد و مهره آن سفت گردد، غلاف در داخل سوراخ باز شده و به دیواره می چسبد، که بدین ترتیب اتصال محکمی بوجود می آید. منظور از انکر بولت های شیمیایی انکر بولت هایی می باشد که توسط چسب های خاص به بتن اتصال داده می شوند. از معروفترین آنها اتصال بوسیله چسب دو قلو می هیلتی می باشد که بوسیله گان مخصوص



شکل ۲-۶: جزئیات افکر بولت فنداسیون ها



شکل ۲-۷: انواع انکر بولت طبق IPS



شکل ۲-۸: یک نوع انکر بولت شیمیایی

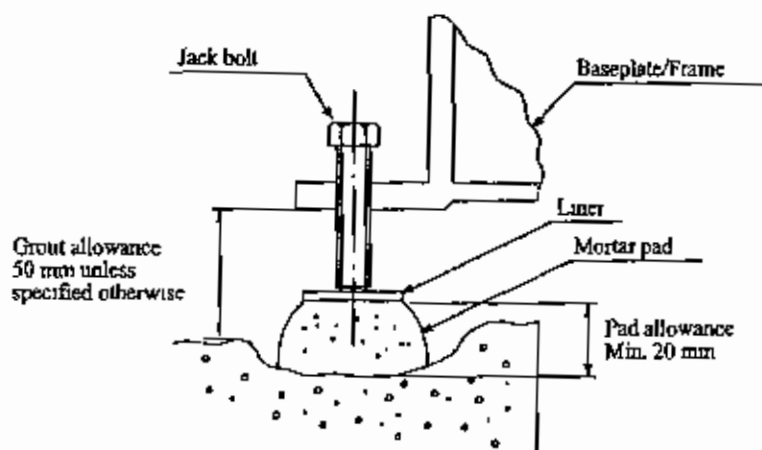
۲-۳-۲ چپینگ (Chipping)

برای برطرف نمودن همه ناخالصی های سطحی بتن (*Laitance*)، حالت دوغابی شکل سطح بتن، برداشتن ترک و پوسته پوسته شدن احتمالی بتن، دست بایی یک یک سطح یکنواخت (از لحاظ *EL*) و همگن و برداشتن ارتفاع اضافی بتن ریخته شده طبق نقشه، بتن سطح فنداسیون حداقل تا ۲۵ میلیمتر زیر ارتفاع نهایی زیر شاسی یا نشیمن گاه تجهیزات بوسیله ابزار آلات دستی و یا مکانیکی الکتریکی برداشته می شود. به این عمل تخریب سطحی بتن چپینگ گویند. در صورتی که قسمت از فنداسیون توسط مواد شیمیایی مثل روغن یا غیره خیس خورده باشد یا ترک داشته

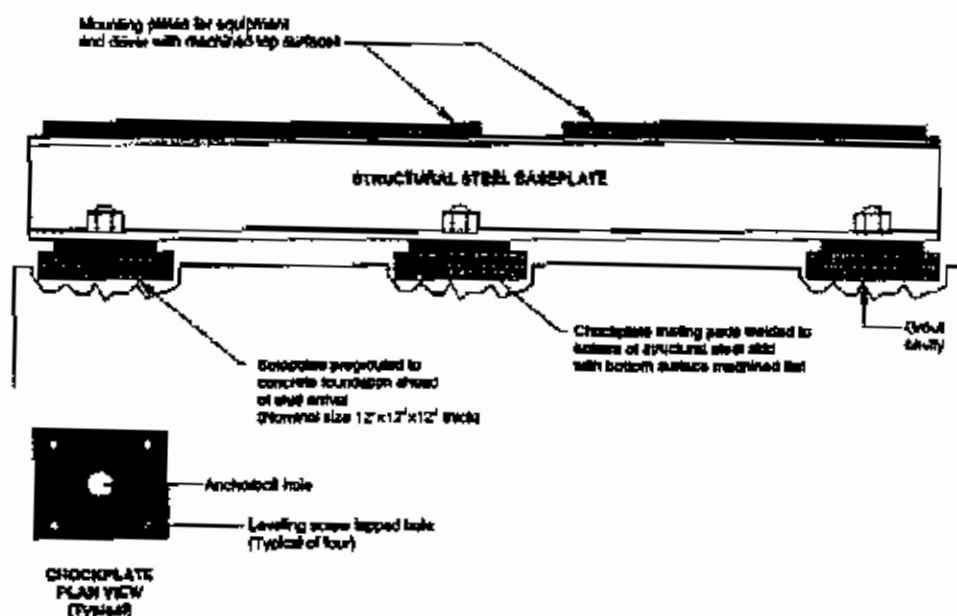
باشد بایستی بتن آن ناحیه بصورت محلی تا رسیدن به سطح سالم چپینگ شود. قبل از انجام *Chipping* بایستی بدنه فنداسیون توسط نقشه بردار طبق نقشه و مقادیر مجاز چپینگ مطابق با دستورالعمل علامت گذاری شود تا از هر گونه صدمه زدن به فنداسیون و تخریب اضافی جلوگیری به عمل آید. در صورتی که ارتفاع بتن ریخته شده بیشتر از حد تعیین شده در نقشه باشد و میزان چپینگ از ۴۰ تا ۵۰ میلی متر بالاتر رود باید مراتب را به کارفرما گزارش داد و فرمت اضافه کاری برای آن کار صادر شود. چپینگ نبایستی توسط چکش های هیدرولیکی یا بادی صورت گیرد زیرا این ابزارها با استراکچر بتن صدمه وارد می کنند. ضخامت عمودی گروت در لبه فنداسیون باید مساوی یا بیشتر از فاصله لبه دستگاه تا لبه فنداسیون باشد. و در حالتی که گروت نهایی تا لبه فنداسیون ادامه پیدا می کند گوشه بتن بصورت حالت پخ ۴۵ درجه به اندازه ۵۰ mm چپینگ شود. این کار باعث بوجود آمدن یک سطح برش غیر افقی در سطح تماس گروت و لبه فنداسیون می شود که از بلند شدن و کنده شدن گروت جلوگیری می کند. بعد از اتمام چپینگ سطح فنداسیون توسط جارو تمیز و گرد و خاک روی آن بوسیله هوای فشرده عاری از روغن زدوده شود.

۲-۳-۳ انواع روش های قرار گرفتن دستگاه روی فنداسیون :

برای بدست آوردن یک سطح تراز روی فنداسیون و قرار گرفتن تجهیز روی آن از روش های گوناگون استفاده می گردد. از این روش های می توان پدپلیت (شکل ۲-۱۱)، پلیت و جک بولت (شکل ۲-۹) و چوک پلیت (*chock plate*) (شکل ۲-۱۰) را برای تجهیزات دقیق مثل کمپرسورها و در حالت های خاص استفاده از مهره اضافی روی انکر بولت و یا فیکسچر و جک بولت نگهدارنده شاسی از بالا را نام برد. انتخاب این روش ها یا براساس دستورالعمل نصب ارایه شده از طرف سازنده یا کارفرما می باشد، یا اینکه بنا به شرایط سایت و وزن دستگاه توسط ناظران کارفرما و پیمانکار ارایه می گردد. معمولترین روش استفاده از پد گذاری و چک پلیت می باشد. در گذشته برای جایگذاری تجهیزات روی فنداسیون از روش *Base Plate* کاشته شده در بتن نیز استفاده می شده است، بطور کلی به علت شرایط نامناسب برای تنظیمات و رعایت نشدن تolerانسهای ارتفاعی در موقع جایگذاری در بتن بکاربردن این روش منسوخ شده است.



شکل ۲-۹: روش استفاده از پد و جک بولت



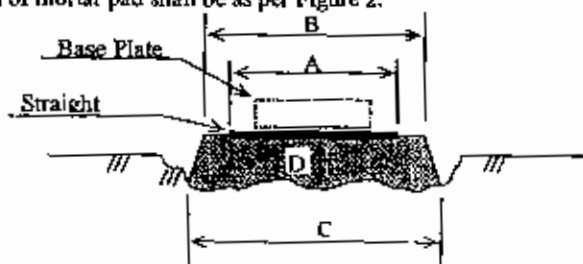
شکل ۲-۱۰: روش استفاده از چک پلیت

۴-۳-۲ پلان پدینگ و پدینگ : (Padding Plan & Padding)

برای بدست آوردن سطح تراز و جهت پخش یکنواخت وزن تجهیز روی فنداسیون، سطح فنداسیون را پد گذاری می نمایند. قبل از پد گذاری توسط دفتر فنی نصب تجهیزات طبق دستورالعمل، فرمول، وزن دستگاه و ابعاد شاسی دستگاه یک نقشه برای پد گذاری که تعیین کننده موقعیت، اندازه و EL پد ها می باشد ارائه می شود. به این نقشه ثانویه پدینگ پلان گفته می شود. به علت اینکه معمولاً پد ها توسط گروت پایه سیمانی به فنداسیون اتصال داده می شوند، نباید تنش

اعمالی به گروت و بتن در محل پد ها از 40 kg/cm^2 یا 390 N/

Dimension of mortar pad shall be as per Figure 2.



- A : Width of base plate + 0 through 15 mm
- B : Width of straight liner + 50 through 70 mm
Length of straight liner + 50 through 70 mm
- C : Width of straight liner + 100 through 140 mm
Length of straight liner + 100 through 140 mm
- D : Minimum 30 mm

شکل ۲-۱۱: پد گذاری و ابعاد و اندازه های مربوط به آن

cm^2 تجاوز کند. برای تعیین میزان تنش از فرمول $a = W / (N.L.B)$ استفاده می شود. (a)

میزان تنش، W وزن دستگاه، N تعداد پدها، L تعداد طول پد، B عرض پد. شکل ۲-۱۱ همچنانکه دیده می شود باید در مرحله چپینگ محل قرار گیری پدها نسبت به سطح نهایی بیشتر چپینگ شود. (۱۰-۲۵ میلی متر بیشتر)

البته برای تعیین سایز پد بایستی ملزومات زیر در نظر گرفته شود.

- حداقل ضخامت ۹ میلی متر

- حداقل عرض پد ۵ سانتی متر

- طول پد = عرض شاسی + ۰ الی ۱۵ میلی متر

- کل ضخامت پد و گروت نبایستی از ۵۰ میلی متر بیشتر شود.

همچنین بایستی فاصله پدها نسبت به همدیگر در تجهیزات استاتیک حداکثر ۸۰ سانتی متر

و در تجهیزات روتاری حداکثر ۵۰ سانتی متر باشد. بایستی در اطراف *Anchor Bolt* ها دو عدد

پد کار گذاشته شود. با توجه به شرایط بالا کارشناس دفتر فنی ابعاد مناسب پد را انتخاب نموده و

به صورت حدس و خطا ابعاد و تعداد را نهایی می کند. گروه اجرایی پدها را طبق پد پلان و با حضور

نقشه بردار باتلرانس ۱- mm روی سطح فنداسیون نصب می کنند. علاوه بر ارتفاع پد بایستی

ترازی آنها نیز در دو جهت طولی و عرضی توسط ترازهای معمولی چک شود. برای پد گذاری از

گروت G2 استفاده می شود، روش کار بدین شکل می باشد که گروت را به شکل ملات خیلی سفت

درست می کنند. سطح فنداسیون چپینگ شده از قبل را کاملاً تمیز و محل های پد گذاری را با آب خیس می کنند. سپس گروت را در در ضخامت و مقدار مناسب روی محل پد قرار می دهند و پد پلیت را روی آن گذاشته و چندین ضربه جهت اطمینان از پر شدن زیر آن به روی پد وارد می کنند و چندین بار توسط دوربین نقشه برداری ارتفاع پد چک می شود، همچنین ترازوی طولی و عرضی نیز چک خواهد شد. بعد از ۳۰ دقیقه که گروت تقریباً سفت شد گروت اضافی از کناره های پد برداشته می شود و سطح گروت پد نیز توسط ملات گروت خمیری شکل روان پرداخت می گردد، معمولاً روی رویه سطح نهایی گروت پد را جهت جلوگیری از ترک خوردن سطح و بهتر چسبیدن به گروت ریزی نهایی شیارهای متقاطع با زاویه ۴۵ درجه ایجاد می کنند.

درمورد تجهیزات حساس (کمپرسورهای بزرگ) که حتی برای گذاشتن پد نیز مجاز به استفاده از گروت G2 (پایه سیمانی) نمی باشیم، برای پد گذاری از قطعاتی G.K. به اسم چوک پلیت استفاده می شود. روش کار بدین شکل است طبق نقشه پدینگ بوسیله پیچ های زیر چوک پلیت ها ارتفاع و ترازوی آن تنظیم می شود که بایستی خیلی دقیق انجام گیرد، حتی احتمال دارد تراز بودن و ارتفاع آنها بوسیله شمش های دقیق و ترازهای صنعتی نسبت به چوک پلیت های مجاور نیز چک شود. بعد از تنظیم اطراف چوک پلیت را قالب بندی نموده و برای اتصال آنها به فنداسیون از گروت G3 (اپوکسی) استفاده می گردد. بعد از اتمام پدینگ، بایستی در فرمت خاص تاییدیه چپینگ و پدینگ از ناظران QC مکانیکال کارفرما گرفته شود.

۲-۴ نحوه نصب تجهیزات : (Equipment Installation)

از اساسی ترین مراحل نصب تجهیزات جایگذاری دستگاه روی فنداسیون درموقعیت از قبل طراحی شده می باشد. در هنگام نصب بایستی کلیه دستورالعمل های HSE رعایت گردد و همه افراد موظف به پوشیدن PPE مناسب خواهند بود.

۲-۴-۱ مقدمات نصب :

قبل از جایگذاری دستگاهها بایستی با هماهنگی گروه متریال تجهیز به روش کاملاً ایمن بارگیری و به سایت حمل گردد. بعد از آنکه پدینگ تحویل ناظران کارفرما گردید بایستی کلیه انکرباکس ها

کاملاً تمیز و عاری از هر گونه مواد قالب گیری همچون چوب، پلاستیک یا فوم باشد. همچنین سطح فنداسیون بوسیله هوای فشرده عاری از روغن (کمپرسورهای سیار) و برس های مناسب از هر گونه گرد و خاک زدوده شود. انکربولت ها را طبق نقشه از قبل از کارفرما تحویل بگیرد. و موقع نصب میزان بیرون زدگی از سطح شاسی طبق نقشه رعایت گردد. (میزان بیرون زدگی انکر بولت باید طوری تنظیم شود که مهره اصلی و قفلی را پوشش داده و ۲ الی ۳ رزوه از بالای مهره بعد از سفت کردن نهایی بیرون ماند باشد).

در حالتی که فنداسیون ها دارای انکربولت ثابت یا اسلیف دار می باشند، فاصله آنها را طبق نقشه چک کنید و در صورت مغایرت بیش از $6 \pm mm$ مراتب رابه کارفرما اطلاع دهید. همه مهره های انکربولت های ثابت را باز نموده و رزوه ها را توسط برس مناسب و در صورت نیاز با استفاده از سوهان کاملاً روان و تمیز نماید. قبل از نصب، بایستی محل و شرایط سایت توسط سوپروایزر نصب و سوپروایزر ایفتینگ چک شود و در صورت نیاز اقدام به راه سازی با همکاری گروه های عمرانی با نظارت کارفرما نماید. و همه موارد از قبل پیش بینی شود و برای وقوع حالات احتمالی (شرایط نا مساعد جوی، شرایط کار نا ایمن و صانحه و...) تمهیدات لازم فراهم گردد و ابزارالات مناسب تهیه گردد. در مورد انتخاب جرثقیل و روش های مختلف در بخش های بعد بیشتر توضیح داده می شود.

در مورد تجهیزاتی که بر روی استراکچرهای فلزی نصب می شوند قبل از نصب بایستی از تراز بودن سطح کاملاً اطمینان حاصل نمود، و هر گونه آلودگی، زنگ زدگی و متریال خارجی را از روی سطوح برطرف نمود. همچنین قبل از نصب نقشه و دستور العمل ها را کاملاً به دقت مطالعه نموده تا هیچ فاکتوری از قلم نیافتد. مخصوصاً در مورد تجهیزات ثابت افقی که از *Sliding Plate* استفاده می شود حتماً قبل از نصب پلیت مربوطه در جای خود قرار گیرد، یا در موارد که دو سطح کربن استیل در تماس می باشند معمولاً از یک شیم به ابعاد سطح تماس با ضخامت ۱ یا ۲ میلی متر از یک لایه تغلون تقویت شده یا از جنس فولاد ضد زنگ استفاده می گردد. بنابراین در این حالات حتماً این شیم های استنلس استیل یا تغلون را در محل مناسب خود قرار دهید. در تجهیزات ثابت افقی که احتمال دارد تحت تاثیر انقباض و انبساط طول آنها تغییر کند، معمولاً یک طرف تکیه گاه و ساپورت این تجهیزات را به فنداسیون اتصال می دهند و طرف دیگر را برای داشتن آزادی حرکت

طولی در هنگام انقباض و انقباض روی یک پلیت قرار می دهند، که به این پلیت اسلایدینگ پلیت می گویند. این پلیت روی پد ها قرار می گیرد و توسط گروت به فنداسیون اتصال داده می شود. باید توجه داشت با توجه به اینکه ارتفاع طرف اسلایدینگ پلیت به میزان ضخامت ورق افزایش پیدا می کند، در هنگام پد گذاری این طرف فنداسیون ارتفاع پد ها به اندازه ضخامت ورق، پایین تر از طرف ثابت تنظیم می شود. تا در نهایت ارتفاع زیر شاسی دستگاه در دو طرف یکسان گردد. سوراخ های شاسی طرف اسلایدینگ پلیت جهت داشتن آزادی حرکت بشکل لویایی می باشند، مهره های انکر بولت طرف اسلایدینگ با تیرانس (۱-۲) + سفت می شوند. (یعنی مهره کاملاً روی شاسی سفت نمی شود و ۱-۲ میلی متر با سطح شاسی فاصله خواهد داشت).

برای نصب ایمن تجهیزات از جرثقیل ها استفاده می گردد و انتخاب جرثقیل ها در بخش بعدی شرح داده می شود، اما ابتدا جا دارد بیشتر با انواع جرثقیل ها آشنا شویم.

۲-۴-۲ انواع جرثقیل : (Type of Cran)

برای برداشتن، بلند کردن و جابجا کردن هر جسم سنگین که از قدرت و نیروی انسانی خارج باشد بایستی از جرثقیل ها استفاده گردد. جرثقیل ها بسته به نوع استفاده و شکل ظاهری به انواع مختلف تقسیم بندی می شوند. که عبارتند از :

- جرثقیل متحرک (*Mobil Crane*) به جرثقیلی که خودش بتواند جابجا شود گفته می شود. شکل ۱۲-۲ و ۱۳-۲، در حالتی که جرثقیل روی کامیون سوار باشد و توانایی حمل بار داشته باشد به آنها *Boom Truck* نیز می گویند.

- جرثقیل برجی (*Tower Crane*) جرثقیل هایی که از سازه های مخصوص بصورت دکل شکل (*L* یا *T*) ساخته می شوند و معمولاً در کارهای ساختمانی عظیم و اسکله ها مورد استفاده قرار می گیرند. شکل ۱۴-۲

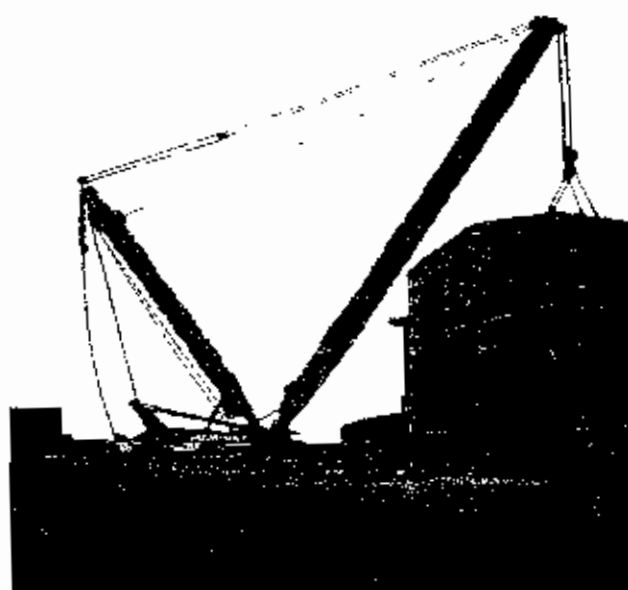
- جرثقیل های سقفی (*Over Head Crane*) در داخل سوله ها و سالن ها روی ریل های خاصی در ارتفاع نزدیک به سقف کار گذاشته می شوند. شکل ۱۵-۲

- جرثقیل های دستی (*Manual Crane*) جرثقیل های دستی شامل ابزارآلاتی همچون چین بلاک و تیغور به علاوه یک سازه نگهدارنده می باشند. برای کارهای سبک و کارگاههای کوچک مناسب اند.

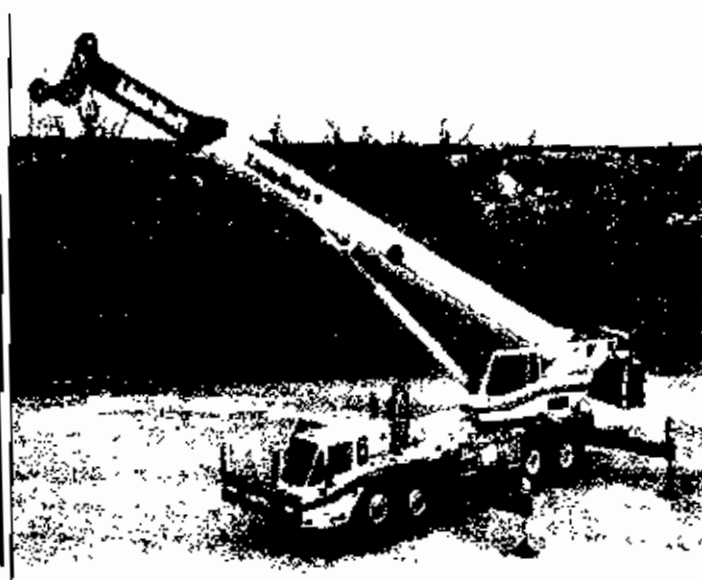
شکل ۲-۱۶

- جرثقیل های دروازه ای (*Gantry Crane*) جرثقیل هایی می باشند که روی مسیرهای خاصی روی زمین حرکت می کنند و بسته به نوع کاربرد دارای ارتفاع متفاوت می باشند. بیشتر در کارگاههای سنگبری، انبارها، اسکله ها، معادن، ایستگاه بارگیری قطار بکاربرده می شوند. شکل ۲-۱۷ برای نصب تجهیزات عمدتاً از جرثقیل های متحرک استفاده می شود و این گروه شامل انواع بوم تراک ها، جرثقیل های متحرک لاستیکی (کارگاهی، کامیونی و بوم هیدرولیکی یا بوم خشک) جرثقیل های زنجیری (*Crawler*) (بوم ثابت) خواهند شد. البته برای نصب داخل سوله ها از جرثقیل های سقفی نیز فراوان استفاده می شود که در این حالت بایستس به ظرفیت تحمل بار آن دقت شود.

از خطراتی که همیشه جرثقیل متحرک را تهدید می کند، می توان واژگون شدن (چپ شدن و کله کردن) (*Rollover, Tipover*) و فرو ریختن بوم (*Boom Collapse*) را نام برد (شکل ۳-۱۸). در جریان کار

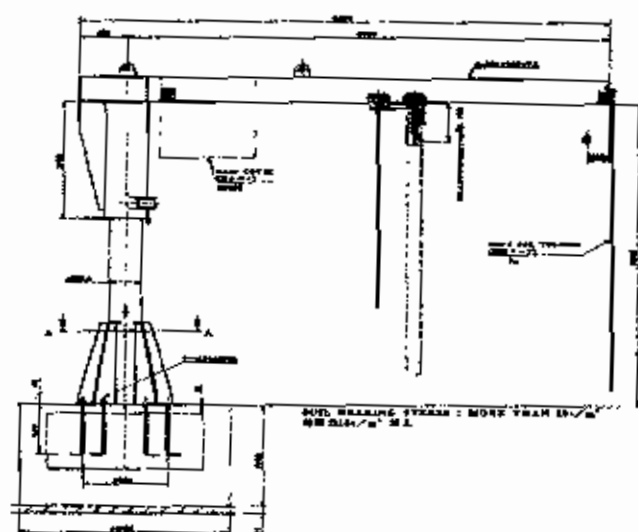


شکل ۲-۱۳: یک جرثقیل متحرک زنجیری (*crawler*)

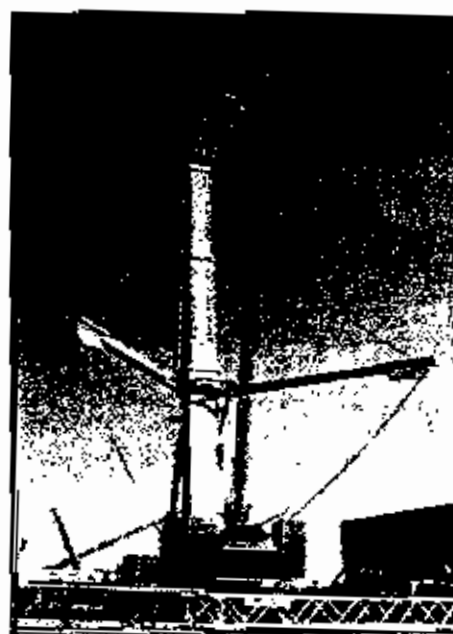


شکل ۲-۱۲: یک جرثقیل متحرک کامیونی

بایستی اپراتورها، سوپروایزر ایمنی، سوپروایزر لیفتینگ و سوپروایزر نصب کاملاً مواظب حالت های غیرنرمال باشند، تا از هر گونه خسارات جانی و مالی جلوگیری به عمل آید. به همین علت بایستی قبل از عمل نصب شرایط کارکرد جرثقیل با بار کاملاً بررسی و شبیه سازی گردد. که به مجموعه این اعمال طراحی *Lifting Plan* گویند، کارشناس نصب بایستی قادر به طراحی *Lifting Plan* باشد.



شکل ۲-۱۶: یک جرثقیل دستی



شکل ۲-۱۴: یک جرثقیل برجی

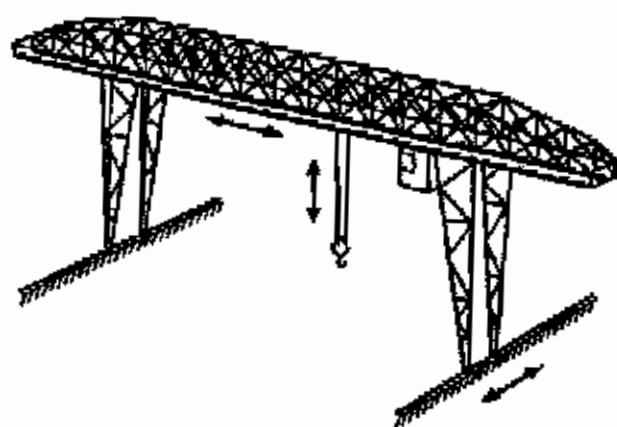


FIG. 3 CANTILEVER GANTRY CRANE

شکل ۲-۱۵: یک جرثقیل دروازه ای

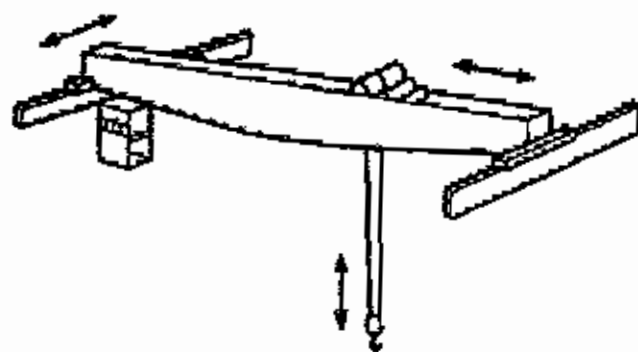
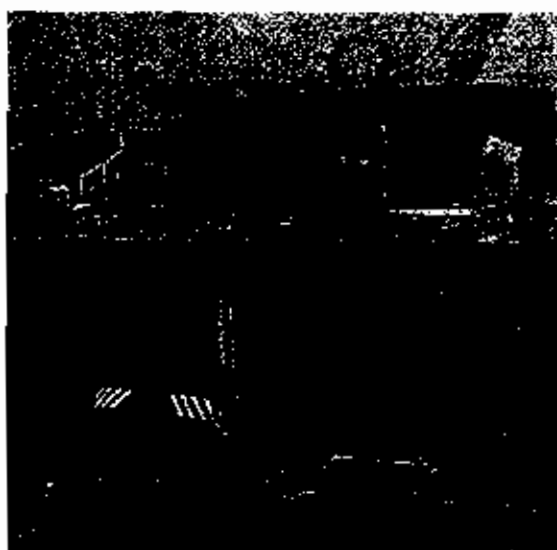


FIG. 3 OVERHEAD CRANE

شکل ۲-۱۵: یک جرثقیل سقفی



Boom collapse during crane disassembly

شکل ۲-۱۸: نمونه هایی از چپ شدن و فرو ریختن بوم

۲-۴-۳ طراحی پلان لیفتینگ: (Lifting Plan Design)

یکی از موضوعات مهم و جالب توجه در مراحل نصب تجهیزات، بلند کردن دستگاه و قراردادن آن در موقعیت اصلی خود می باشد. از عمده مواردی که بایستی در این مرحله بررسی شود پایداری جرثقیل های متحرک می باشد. بایستی از بوجود آوردن هر گونه شرایطی که جرثقیل را در حالت ناپایداری (مانند بار بیش از حد، باد، شرایط نامناسب زمین، عدم دسترس پذیری این جرثقیل به محل نصب) و احتمالاً واژگونی قرار دهد، پرهیز شود.

البته در جرثقیل های جدید سیستم های کامپیوتری دقیق تعبیه شده که هر گونه شرایط غیرنرمال را به اپراتور اعلام می کند و حتی در مواقع خطر سیستم را در یک حالت ایمن قفل می کند. ولی دیده شده باوجود این نوع تکنولوژی ها چپ شدن رخ داده و خسارات مالی و جانی فراوانی بوجود آمده است. بررسی شرایط لیفتینگ مخصوصاً در نصب های سنگین (بالای ۲۵ تن یا در شرایط غیرعادی (مخزن با نسبت طول به قطر بیشتر از ۵ یا با قطر بزرگتر از ۲٫۵ متر و یا طول بزرگتر از ۱۵ متر) فاصله و ارتفاع زیاد و عدم دسترس پذیری مناسب به محل نصب، مخازن با متربال ویژه و استک فلر ها) و تهیه پلان لیفتینگ وظیفه مهندس و کارشناس نصب می باشد. البته در نصب های سبک نیز بایستی شرایط توسط سوپروایزرهای نصب و سوپروایزر لیفتینگ طبق *Load Chart* جرثقیل ها بررسی و حالات مختلف برای عملیات سنجیده شود.

بررسی پایداری سیستم های متحرک از موضوعات مهم علمی و به روز دانشگاهی می باشد و برای تحلیل پایداری چندین معیار مثل نیروی عمودی تکیه گاهها، معیار نیرو - زاویه، معیار انرژی، معیار فاصله نیروی برابند از مرکز واژگونی از طرف محققان گوناگون ارایه شده است. اما در مورد جرثقیل ها انواع شرایط کاری و بارهای مجاز در هر حالت قبلاً توسط سازندگان بررسی و تحلیل شده و نتایج این بررسی ها در جداولی مختلف و متفاوت برای هر دستگاه همراه دستگاه ارایه شده اند. که به مجموعه این جداول برای هر دستگاه *Load Chart* گویند. طراح بایستی حداقل چندین *Load Chart* متفاوت از جرثقیل های مختلف را در اختیار داشته باشد. در جدول ۱-۲ نمونه ای از جداول *Load chart* آورده شده است و همچنین در شکل ۲-۱۹ و ۲-۲۰ بترتیب نمونه ای از ابعاد جرثقیل و ظرفیت بوم دهی و دسترسی پذیری نشان داده شده اند. در اینجا جادارد بیشتر با اجزای مختلف جرثقیل های متحرک آشنا شویم.

- بوم (*Boom*): به ستونی که جرثقیل بوسیله آن احسام را بلند می کند بوم گویند. معمولاً بوم ها یا بصورت هیدرولیکی می باشند یا ثابت و از سازه های مخصوص تشکیل شده اند. بوم ها حول یک محور افقی دوران می کنند. طول بوم های هیدرولیکی در راستای محور بوم توسط جک های هیدرولیکی آن می تواند تغییر کند. جرثقیل های سنگین زنجیری بالای ۲۰۰ تن دارای ۲ یا ۳ بوم (بوم اصلی و بوم فرعی برای ساپورت تعادلی بوم اصلی) می باشند.

- بلوک قلاب: شامل چندین پولی و قرقره، بدنه و قلاب می باشد که وظیفه اتصال بار به بوم را به عهده دارد.

- *Rigging*: به مجموعه متعلقات آویزان به بوم شامل وایرها یا زنجیرهای لحظه ای (برای اتصال بار به قلاب)، مجموعه قلاب، وایرهای ثابت، شکل ها و بعضاً شاهین گفته می شود.

- پایه ها: (*Outrigger*) به ستون های هیدرولیکی که به اطراف گسترده می شوند. و بوسیله جک های هیدرولیکی وزن کل سیستم جرثقیل و بار را به زمین منتقل خواهند نمود، *outrigger* گفته می شوند.

- کابین دوران: به قسمتی از جرثقیل که روی بدنه جرثقیل نصب می شود و معمولاً حول یک محور عمود بر زمین می تواند چرخش کند دو بوم نیز به این قسمت متصل می باشد، کابین دوران گویند.

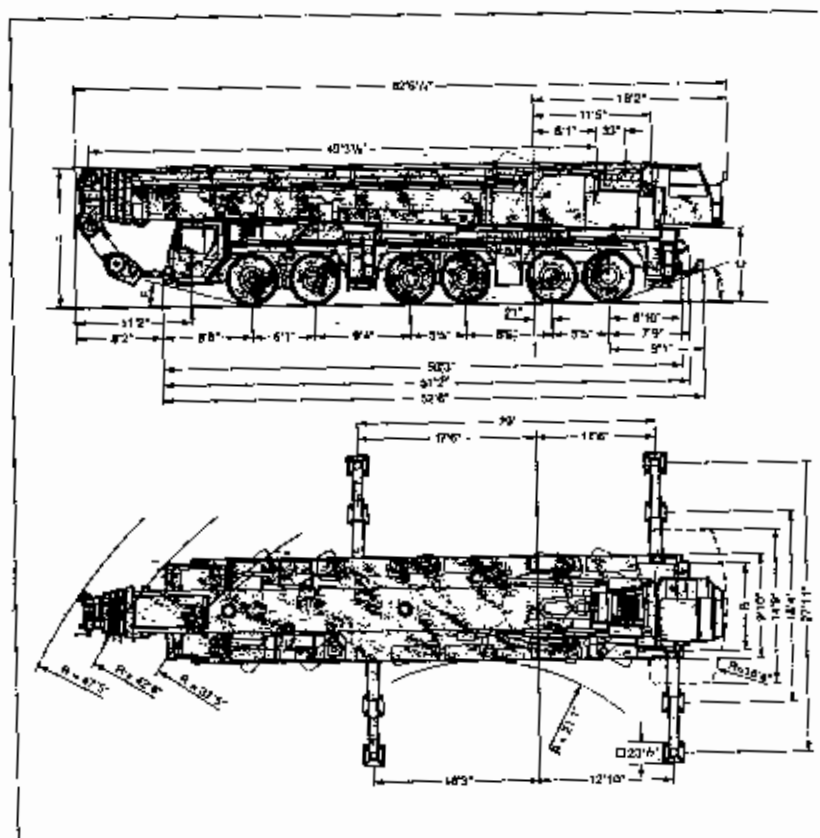
- وزن مرده: (Counter Wight or Dead wight) به بلوک های فلزی گفته می شود که به قسمت پشت کابین دوران (در جهت عکس بوم) جهت بالابردن تعادل اتصال داده می شود، گفته می شوند.

- بدنه : که وظیفه نگهداری کابین دوران ، Outtrigger ها ، اکسل های حرکت، موتور و دیگر متعلقات و اتصال آنها به همدیگر را بر عهده دارد .

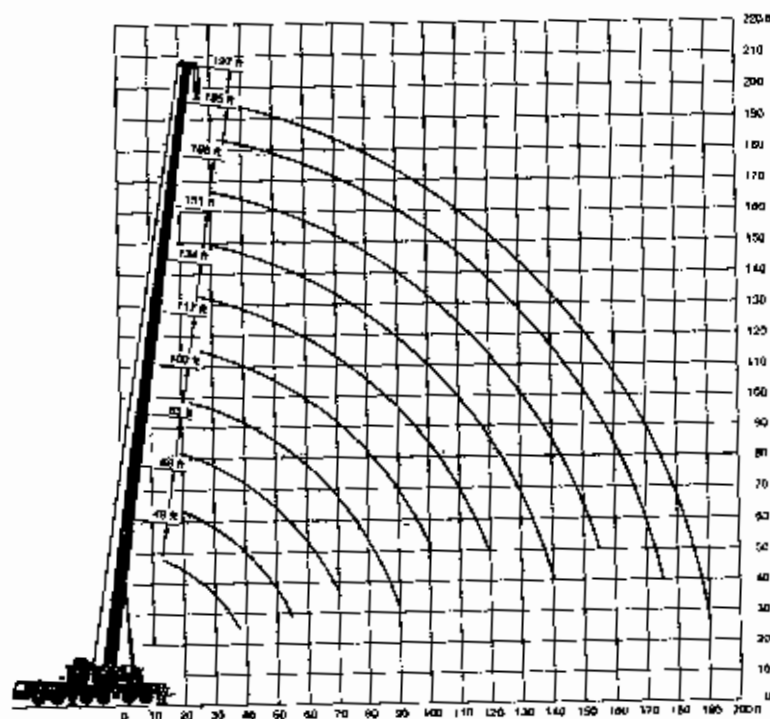
در مورد جرثقیل های بالای 200 یا 250 تن به علت حجم بودن و محدودیت های حرکتی کلبه قطعات بالا به محل کار آورده می شوند و آنجا اسمبل می گردند.

جدول ۱-۲: جدولی از مجموعه جداول Load Chart جرثقیل ۳۶۰ تن هیدرولیکی لیبر

RAYSON BA															95%																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
44 ft	54 ft	64 ft	74 ft	84 ft	94 ft	104 ft	114 ft	124 ft	134 ft	144 ft	154 ft	164 ft	174 ft	184 ft	194 ft	204 ft	214 ft	224 ft	234 ft	244 ft	254 ft	264 ft	274 ft	284 ft	294 ft	304 ft	314 ft	324 ft	334 ft	344 ft	354 ft	364 ft	374 ft	384 ft	394 ft	404 ft	414 ft	424 ft	434 ft	444 ft	454 ft	464 ft	474 ft	484 ft	494 ft	504 ft	514 ft	524 ft	534 ft	544 ft	554 ft	564 ft	574 ft	584 ft	594 ft	604 ft	614 ft	624 ft	634 ft	644 ft	654 ft	664 ft	674 ft	684 ft	694 ft	704 ft	714 ft	724 ft	734 ft	744 ft	754 ft	764 ft	774 ft	784 ft	794 ft	804 ft	814 ft	824 ft	834 ft	844 ft	854 ft	864 ft	874 ft	884 ft	894 ft	904 ft	914 ft	924 ft	934 ft	944 ft	954 ft	964 ft	974 ft	984 ft	994 ft	1004 ft	1014 ft	1024 ft	1034 ft	1044 ft	1054 ft	1064 ft	1074 ft	1084 ft	1094 ft	1104 ft	1114 ft	1124 ft	1134 ft	1144 ft	1154 ft	1164 ft	1174 ft	1184 ft	1194 ft	1204 ft	1214 ft	1224 ft	1234 ft	1244 ft	1254 ft	1264 ft	1274 ft	1284 ft	1294 ft	1304 ft	1314 ft	1324 ft	1334 ft	1344 ft	1354 ft	1364 ft	1374 ft	1384 ft	1394 ft	1404 ft	1414 ft	1424 ft	1434 ft	1444 ft	1454 ft	1464 ft	1474 ft	1484 ft	1494 ft	1504 ft	1514 ft	1524 ft	1534 ft	1544 ft	1554 ft	1564 ft	1574 ft	1584 ft	1594 ft	1604 ft	1614 ft	1624 ft	1634 ft	1644 ft	1654 ft	1664 ft	1674 ft	1684 ft	1694 ft	1704 ft	1714 ft	1724 ft	1734 ft	1744 ft	1754 ft	1764 ft	1774 ft	1784 ft	1794 ft	1804 ft	1814 ft	1824 ft	1834 ft	1844 ft	1854 ft	1864 ft	1874 ft	1884 ft	1894 ft	1904 ft	1914 ft	1924 ft	1934 ft	1944 ft	1954 ft	1964 ft	1974 ft	1984 ft	1994 ft	2004 ft	2014 ft	2024 ft	2034 ft	2044 ft	2054 ft	2064 ft	2074 ft	2084 ft	2094 ft	2104 ft	2114 ft	2124 ft	2134 ft	2144 ft	2154 ft	2164 ft	2174 ft	2184 ft	2194 ft	2204 ft	2214 ft	2224 ft	2234 ft	2244 ft	2254 ft	2264 ft	2274 ft	2284 ft	2294 ft	2304 ft	2314 ft	2324 ft	2334 ft	2344 ft	2354 ft	2364 ft	2374 ft	2384 ft	2394 ft	2404 ft	2414 ft	2424 ft	2434 ft	2444 ft	2454 ft	2464 ft	2474 ft	2484 ft	2494 ft	2504 ft	2514 ft	2524 ft	2534 ft	2544 ft	2554 ft	2564 ft	2574 ft	2584 ft	2594 ft	2604 ft	2614 ft	2624 ft	2634 ft	2644 ft	2654 ft	2664 ft	2674 ft	2684 ft	2694 ft	2704 ft	2714 ft	2724 ft	2734 ft	2744 ft	2754 ft	2764 ft	2774 ft	2784 ft	2794 ft	2804 ft	2814 ft	2824 ft	2834 ft	2844 ft	2854 ft	2864 ft	2874 ft	2884 ft	2894 ft	2904 ft	2914 ft	2924 ft	2934 ft	2944 ft	2954 ft	2964 ft	2974 ft	2984 ft	2994 ft	3004 ft	3014 ft	3024 ft	3034 ft	3044 ft	3054 ft	3064 ft	3074 ft	3084 ft	3094 ft	3104 ft	3114 ft	3124 ft	3134 ft	3144 ft	3154 ft	3164 ft	3174 ft	3184 ft	3194 ft	3204 ft	3214 ft	3224 ft	3234 ft	3244 ft	3254 ft	3264 ft	3274 ft	3284 ft	3294 ft	3304 ft	3314 ft	3324 ft	3334 ft	3344 ft	3354 ft	3364 ft	3374 ft	3384 ft	3394 ft	3404 ft	3414 ft	3424 ft	3434 ft	3444 ft	3454 ft	3464 ft	3474 ft	3484 ft	3494 ft	3504 ft	3514 ft	3524 ft	3534 ft	3544 ft	3554 ft	3564 ft	3574 ft	3584 ft	3594 ft	3604 ft	3614 ft	3624 ft	3634 ft	3644 ft	3654 ft	3664 ft	3674 ft	3684 ft	3694 ft	3704 ft	3714 ft	3724 ft	3734 ft	3744 ft	3754 ft	3764 ft	3774 ft	3784 ft	3794 ft	3804 ft	3814 ft	3824 ft	3834 ft	3844 ft	3854 ft	3864 ft	3874 ft	3884 ft	3894 ft	3904 ft	3914 ft	3924 ft	3934 ft	3944 ft	3954 ft	3964 ft	3974 ft	3984 ft	3994 ft	4004 ft	4014 ft	4024 ft	4034 ft	4044 ft	4054 ft	4064 ft	4074 ft	4084 ft	4094 ft	4104 ft	4114 ft	4124 ft	4134 ft	4144 ft	4154 ft	4164 ft	4174 ft	4184 ft	4194 ft	4204 ft	4214 ft	4224 ft	4234 ft	4244 ft	4254 ft	4264 ft	4274 ft	4284 ft	4294 ft	4304 ft	4314 ft	4324 ft	4334 ft	4344 ft	4354 ft	4364 ft	4374 ft	4384 ft	4394 ft	4404 ft	4414 ft	4424 ft	4434 ft	4444 ft	4454 ft	4464 ft	4474 ft	4484 ft	4494 ft	4504 ft	4514 ft	4524 ft	4534 ft	4544 ft	4554 ft	4564 ft	4574 ft	4584 ft	4594 ft	4604 ft	4614 ft	4624 ft	4634 ft	4644 ft	4654 ft	4664 ft	4674 ft	4684 ft	4694 ft	4704 ft	4714 ft	4724 ft	4734 ft	4744 ft	4754 ft	4764 ft	4774 ft	4784 ft	4794 ft	4804 ft	4814 ft	4824 ft	4834 ft	4844 ft	4854 ft	4864 ft	4874 ft	4884 ft	4894 ft	4904 ft	4914 ft	4924 ft	4934 ft	4944 ft	4954 ft	4964 ft	4974 ft	4984 ft	4994 ft	5004 ft	5014 ft	5024 ft	5034 ft	5044 ft	5054 ft	5064 ft	5074 ft	5084 ft	5094 ft	5104 ft	5114 ft	5124 ft	5134 ft	5144 ft	5154 ft	5164 ft	5174 ft	5184 ft	5194 ft	5204 ft	5214 ft	5224 ft	5234 ft	5244 ft	5254 ft	5264 ft	5274 ft	5284 ft	5294 ft	5304 ft	5314 ft	5324 ft	5334 ft	5344 ft	5354 ft	5364 ft	5374 ft	5384 ft	5394 ft	5404 ft	5414 ft	5424 ft	5434 ft	5444 ft	5454 ft	5464 ft	5474 ft	5484 ft	5494 ft	5504 ft	5514 ft	5524 ft	5534 ft	5544 ft	5554 ft	5564 ft	5574 ft	5584 ft	5594 ft	5604 ft	5614 ft	5624 ft	5634 ft	5644 ft	5654 ft	5664 ft	5674 ft	5684 ft	5694 ft	5704 ft	5714 ft	5724 ft	5734 ft	5744 ft	5754 ft	5764 ft	5774 ft	5784 ft	5794 ft	5804 ft	5814 ft	5824 ft	5834 ft	5844 ft	5854 ft	5864 ft	5874 ft	5884 ft	5894 ft	5904 ft	5914 ft	5924 ft	5934 ft	5944 ft	5954 ft	5964 ft	5974 ft	5984 ft	5994 ft	6004 ft	6014 ft	6024 ft	6034 ft	6044 ft	6054 ft	6064 ft	6074 ft	6084 ft	6094 ft	6104 ft	6114 ft	6124 ft	6134 ft	6144 ft	6154 ft	6164 ft	6174 ft	6184 ft	6194 ft	6204 ft	6214 ft	6224 ft	6234 ft	6244 ft	6254 ft	6264 ft	6274 ft	6284 ft	6294 ft	6304 ft	6314 ft	6324 ft	6334 ft	6344 ft	6354 ft	6364 ft	6374 ft	6384 ft	6394 ft	6404 ft	6414 ft	6424 ft	6434 ft	6444 ft	6454 ft	6464 ft	6474 ft	6484 ft	6494 ft	6504 ft	6514 ft	6524 ft	6534 ft	6544 ft	6554 ft	6564 ft	6574 ft	6584 ft	6594 ft	6604 ft	6614 ft	6624 ft	6634 ft	6644 ft	6654 ft	6664 ft	6674 ft	6684 ft	6694 ft	6704 ft	6714 ft	6724 ft	6734 ft	6744 ft	6754 ft	6764 ft	6774 ft	6784 ft	6794 ft	6804 ft	6814 ft	6824 ft	6834 ft	6844 ft	6854 ft	6864 ft	6874 ft	6884 ft	6894 ft	6904 ft	6914 ft	6924 ft	6934 ft	6944 ft	6954 ft	6964 ft	6974 ft	6984 ft	6994 ft	7004 ft	7014 ft	7024 ft	7034 ft	7044 ft	7054 ft	7064 ft	7074 ft	7084 ft	7094 ft	7104 ft	7114 ft	7124 ft	7134 ft	7144 ft	7154 ft	7164 ft	7174 ft	7184 ft	7194 ft	7204 ft	7214 ft	7224 ft	7234 ft	7244 ft	7254 ft	7264 ft	7274 ft	7284 ft	7294 ft	7304 ft	7314 ft	7324 ft	7334 ft	7344 ft	7354 ft	7364 ft	7374 ft	7384 ft	7394 ft	7404 ft	7414 ft	7424 ft	7434 ft	7444 ft	7454 ft	7464 ft	7474 ft	7484 ft	7494 ft	7504 ft	7514 ft	7524 ft	7534 ft	7544 ft	7554 ft	7564 ft	7574 ft	7584 ft	7594 ft	7604 ft	7614 ft	7624 ft	7634 ft	7644 ft	7654 ft	7664 ft	7674 ft	7684 ft	7694 ft	7704 ft	7714 ft	7724 ft	7734 ft	7744 ft	7754 ft	7764 ft	7774 ft	7784 ft	7794 ft	7804 ft	7814 ft	7824 ft	7834 ft	7844 ft	7854 ft	7864 ft	7874 ft	7884 ft	7894 ft	7904 ft	7914 ft	7924 ft	7934 ft	7944 ft	7954 ft	7964 ft	7974 ft	7984 ft	7994 ft	8004 ft	8014 ft	8024 ft	8034 ft	8044 ft	8054 ft	8064 ft	8074 ft	8084 ft	8094 ft	8104 ft	8114 ft	8124 ft	8134 ft	8144 ft	8154 ft	8164 ft	8174 ft	8184 ft	8194 ft	8204 ft	8214 ft	8224 ft	8234 ft	8244 ft	8254 ft	8264 ft	8274 ft	8284 ft	8294 ft	8304 ft	8314 ft	8324 ft	8334 ft	8344 ft	8354 ft	8364 ft	8374 ft	8384 ft	8394 ft	8404 ft	8414 ft	8424 ft	8434 ft	8444 ft	8454 ft	8464 ft	8474 ft	8484 ft	8494 ft	8504 ft	8514 ft	8524 ft	8534 ft	8544 ft	8554 ft	8564 ft	8574 ft	8584 ft	8594 ft	8604 ft	8614 ft	8624 ft	8634 ft	8644 ft	8654 ft	8664 ft	8674 ft	8684 ft	8694 ft	8704 ft	8714 ft	8724 ft	8734 ft	8744 ft	8754 ft	8764 ft	8774 ft	8784 ft	8794 ft	8804 ft	8814 ft	8824 ft	8834 ft	8844 ft	8854 ft	8864 ft	8874 ft	8884 ft	8894 ft	8904 ft	8914 ft	8924 ft	8934 ft	8944 ft	8954 ft	8964 ft	8974 ft	8984 ft	8994 ft	9004 ft	9014 ft	9024 ft	9034 ft	9044 ft	9054 ft	9064 ft	9074 ft	9084 ft	9094 ft	9104 ft	9114 ft	9124 ft	9134 ft	9144 ft	9154 ft	9164 ft	9174 ft	9184 ft	9194 ft	9204 ft	9214 ft	9224 ft	9234 ft	9244 ft	9254 ft	9264 ft	9274 ft	9284 ft	9294 ft	9304 ft	9314 ft	9324 ft	9334 ft	9344 ft	9354 ft	9364 ft	9374 ft	9384 ft	9394 ft	9404 ft	9414 ft	9424 ft	9434 ft	9444 ft	9454 ft	9464 ft	9474 ft	9484 ft	9494 ft	9504 ft	9514 ft	9524 ft	9534 ft	9544 ft	9554 ft	9564 ft	9574 ft	9584 ft	9594 ft	9604 ft	9614 ft	9624 ft	9634 ft	9644 ft	9654 ft	9664 ft	9674 ft	9684 ft	9694 ft	9704 ft	9714 ft	9724 ft	9734 ft	9744 ft	9754 ft	9764 ft	9774 ft	9784 ft	9794 ft	9804 ft	9814 ft	9824 ft	9834 ft	9844 ft	9854 ft	9864 ft	9874 ft	9884 ft	9894 ft	9904 ft	9914 ft	9924 ft	9934 ft	9944 ft	9954 ft	9964 ft	9974 ft	9984 ft	9994 ft	10004 ft	10014 ft	10024 ft	10034 ft	10044 ft	10054 ft	10064 ft	10074 ft	10084 ft	10094 ft	10104 ft	10114 ft	10124 ft	10134 ft	10144 ft	10154 ft	10164 ft	10174 ft	10184 ft	10194 ft	10204 ft	10214 ft	10224 ft	10234 ft	10244 ft	10254 ft	10264 ft	10274 ft	10284 ft	10294 ft	10304 ft	10314 ft	10324 ft	10334 ft	10344 ft	10354 ft	10364 ft	10374 ft	10384 ft	10394 ft	10404 ft	10414 ft	10424 ft	10434 ft	10444 ft	10454 ft	10464 ft	10474 ft	10484 ft	10494 ft	10504 ft	10514 ft	10524 ft	10534 ft	10544 ft	10554 ft	10564 ft	10574 ft	10584 ft	10594 ft	10604 ft	10614 ft	10624 ft	10634 ft	10644 ft	10654 ft	10664 ft	10674 ft	10684 ft	10694 ft	10704 ft	10714 ft	10724 ft	10734 ft	10744 ft	10754 ft	10764 ft	10774 ft	10784 ft	10794 ft	10804 ft	10814 ft	10824 ft	10834 ft	10844 ft	10854 ft	10864 ft	10874 ft	10884 ft	10894 ft	10904 ft	10914 ft	10924 ft	10934 ft	10944 ft	10954 ft	10964 ft	10974 ft	10984 ft	10994 ft	11004 ft	11014 ft	11024 ft	11034 ft	11044 ft	11054 ft	11064 ft	11074 ft	11084 ft	11094 ft	11104 ft	11114 ft	11124 ft	11134 ft	11144 ft	11154 ft	11164 ft	11174 ft	11184 ft	11194 ft	11204 ft	11214 ft	11224 ft	11234 ft	11244 ft	11254 ft	11264 ft	11274 ft	11284 ft	11294 ft	11304 ft	11314 ft	11324 ft	11334 ft	11344 ft	11354 ft	11364 ft	11374 ft	11384 ft	11394 ft	11404 ft	11414 ft	11424 ft	11434 ft	11444 ft	11454 ft	11464 ft	11474 ft	11484 ft	11494 ft	11504 ft	11514 ft	11524 ft	11534 ft	11544 ft	11554 ft	11564 ft	11574 ft	11584 ft	11594 ft	11604 ft	11614 ft	11624 ft	11634 ft	11644 ft	11654 ft	11664 ft	11674 ft	11684 ft	11694 ft	11704 ft	11714 ft	11724 ft	11734 ft	11744 ft	11754 ft	11764 ft	11774 ft	11784 ft	11794 ft	11804 ft	11814 ft	11824 ft	11834 ft	11844 ft	11854 ft	11864 ft	11874 ft	11884 ft	11894 ft	11904 ft	11914 ft	11924



شکل ۲-۱۹: مشخصات هندسی جرثقیل ۳۶۰ تن لیبر



شکل ۲-۲۰: نمودار بوم دهی جرثقیل ۳۶۰ تن لیبر

عموماً *Vessel* یا تاورهای عمودی بصورت افقی به سایت حمل می شوند، برای اینکه در موقع نصب تجهیز به حالت عمودی درآید، از ۲ جرثقیل (*Tailing Cran*, *Lifting Cran*) استفاده می شود. زیرا در صورتی که از یک جرثقیل استفاده شود به علت تمرکز نیرو در محل تماس دستگاه به زمین احتمال پیچیدگی و صدمه زدن به *Bass Frame* وجود دارد همچنین در صورتی که یک طرف بار ثابت باشد احتمال چرخیدن سر آزاد وجود دارد که این باعث بوجود آمدن خطراتی برای جرثقیل می شود. این حالت نیز بایستی در داخل *Lifting Plane* لحاظ شود. معمولاً ظرفیت جرثقیل *Tailing* از *Lifting* کمتر است (در حدود 60 الی 70 درصد). میزان بار وارده به هر یک از جرثقیل ها باید از لحظه بلند کردن تا حالتی که بصورت قائم در می آید باید از فرمولهای ساده استاتیکی بر اساس زاویه (از صفر تا ۹۰) و وزن تجهیز در جدولی یادداشت و از قبل برای درک بهتر شرایط جدول شود. (نمونه این جداول و محاسبات در صفحات بعد مشاهده می شود. روش کار دین شکل است که ابتدا هر دو جرثقیل بار را بلند کرده و از سطح زمین یا تریلی (بوژی یا کمرشکن) جدا می کنند. بعد از ارتفاع گرفتن مناسب جرثقیل *Lifting* بار را بالا می برد و در جهت مناسب *Swing* می کند و جرثقیل *Tailing*، طول بوم را زیاد می کند و کم و کم وایر را شل می کند. البته این کار بایستی با هماهنگی کامل هر دو اپراتور یا سوپروایزر لیفتینگ طبق موارد ذکر شده در *lifting Plan* صورت گیرد. در غیر اینصورت یکی از *Crane* ها می تواند خطرات بزرگی را برای خود، بار، جرثقیل دیگر و نیروها اجرایی ایجاد کند. تیم های لیفتینگ در حالت کلی شامل سوپروایزر (*Supervisor*) افسر ایمنی (*officer*)، مهندس فنی (*Technical Engineer*)، گروه مونتاز و دیمونتاژ (*Asembling Crew*)، سیگنال من (*Signal Man*)، ریگرها (*Riggers*) و راننده جرثقیل (*Crane Operator*) خواهد بود. البته تعداد افراد ممکن است بسته به حجم و تناژ جرثقیل متفاوت باشد. به افرادی که وظیفه آنها بستن بار به قلاب و باز کردن آن و بعضاً دادن سیگنال و راهنمایی راننده جرثقیل ها می باشد ریگر گویند.

مهندس طراح لیفتینگ پلان بایستی نقشه های تجهیز، محل جایگذاری، پلان سایت را مطالعه و شرایط موجود و *Actual* سایت را بررسی و راههای دسترسی جرثقیل و تریلی بار را چک نماید. حتی خطوط سرویس های زیرزمینی را (مواقعی که از جرثقیل های سنگین استفاده می شود) نیز

بایستی در نظر گرفت و در صورت نیاز محل روی آنها را بوسیله پلیت هایی با ضخامت مناسب پوشش داد. مهندس طراح بایستی محل قرار گرفتن جرثقیل و بار را مشخص و روی نقشه ها علامت گذاری نماید. بعد از تعیین محل قرارگیری بایستی کلیه فواصل، فاصله آخرین نقطه جرثقیل با مرکز ثقل بار در حالت روی تریلی و محل نصب ارتفاع مرکز ثقل بار در محل نصب نسبت به زمین، فضای مناسب برای گسترش *Outrigger* ها را اندازه گیری و یادداشت نماید. بعد از این مرحله طراح بایستی شرایط سایت و بار را با ابعاد جرثقیل مقایسه و ترکیب نماید تا فاکتورهای مهمی همچون طول بوم (L)، زاویه بوم (θ)، شعاع بار (R) (فاصله مرکز ثقل بار در دورترین حالت نسبت به مرکز دوران) در بحرانی ترین شرایط بدست آیند. در محاسبه ارتفاع بایستی ارتفاع معادل وایرها و مجموعه قلاب و حداقل طول وایرهای ثابت و ارتفاع تجهیز به ارتفاع روی پدها یا محل قرارگیری اضافه شوند، و از روی آن و شعاع بار، طول بوم محاسبه گردد.

وزن موثر بر جرثقیل شامل مجموع وزن تجهیز و وزن مجموعه *Rigging* خواهد بود. از فاکتورهای θ و L و R برای استفاده در *Load Chart* ۲ عدد کافی می باشند ولی سازندگان متفاوت از حالت های مختلف ترکیب این ۳ فاکتور برای تنظیم *Load Chart* استفاده نموده اند. از روی *Load Chart*، وزنی را که جرثقیل مجاز به جابجا کردن آن در این شرایط می باشد پیدا می شود. این وزن را با وزن موثر مقایسه کرده و طبق ضرایب ایمنی و ملاحظات فرسودگی و مستعمل بودن آن جرثقیل موجود طراح درمورد آن تصمیم گیری خواهد نمود. (معمولاً وزن موثر بایستی کمتر از ۸۰ درصد وزن مجاز باشد) در غیر این صورت در صورت امکان شرایط را تغییر خواهد داد یا نسبت به عوض کردن جرثقیل اقدام خواهد نمود. طراحی پلان لیفتینگ بایستی از خیلی قبل تر از نصب انجام گرفته و بعد از انتخاب جرثقیل نسبت به هماهنگی آن اقدام خواهد شد.

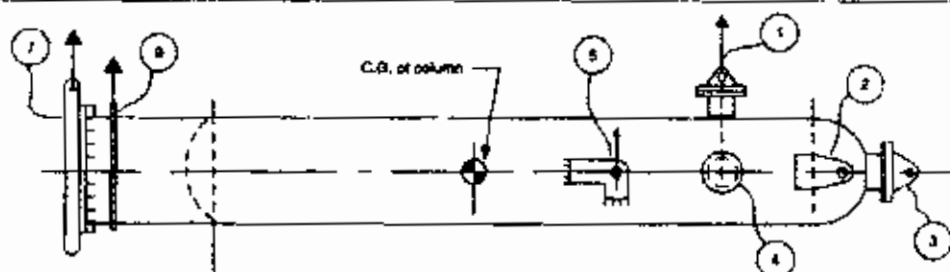
برای انتخاب سیم بکسل ها، زنجیرها و شکل ها جداول بر حسب نحوه استفاده توسط سازندگان ارائه شده اند. (جداول ۲-۲ و ۳-۲) البته اطلاعات خیلی دقیق در زمینه کلیه متعلقات مورد استفاده درمورد لیفتینگ در استاندارد *ASME B30.9* که در *CD* پیوست موجود می باشد ذکر شده است. در صفحات بعد جدول انتخاب شکل ها همراه اندازه های ابعادی و تolerانس های آنها آورده شده است. همچنین نمونه هایی از متعلقات لیفتینگ هم نشان داده شده است. بعد از

اتمام طراحی نحوه بلند کردن و قرار گرفتن جرثقیل و مار نسبت به محل بصورت شماتیک ترسیم خواهد شد و نتایج عددی بصورت جدول در کنار آن ذکر خواهد شد. که به این سند نقشه مانند *Lifting Plan* گویند. شکل صفحه بعد.

متعلقات لیفتینگ و اصطلاحات مربوطه

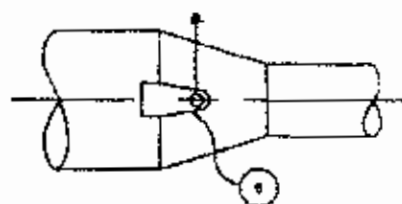
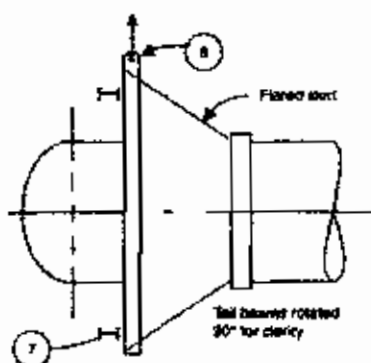
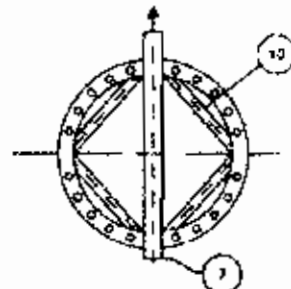
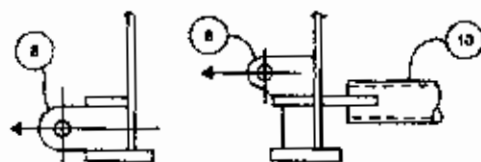
LIFTING ATTACHMENTS AND TERMINOLOGY

Types of Lifting Attachments



Tail Lift End

Lift or Pick End



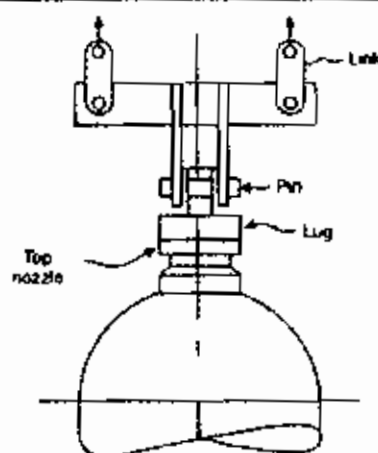
LIFT END OPTIONS

- 1 Shell flange lug
- 2 Top head lug
- 3 Top flange lug
- 4 Trunnion
- 5 Side lug
- 6 Cone leg

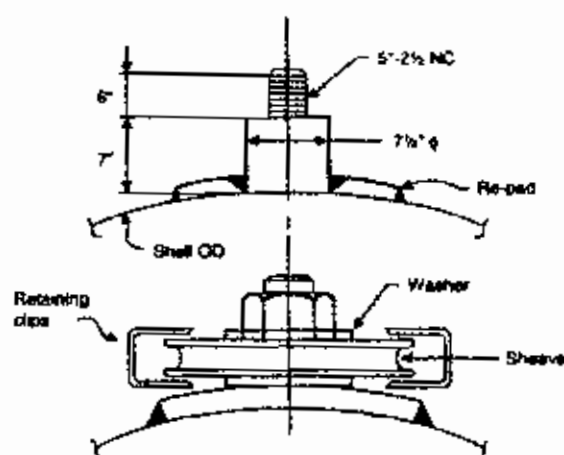
TAIL LIFT OPTIONS

- 7 Tail beam
- 8 Tail lug
- 9 Choker (sling)
- 10 Base ring stiffener

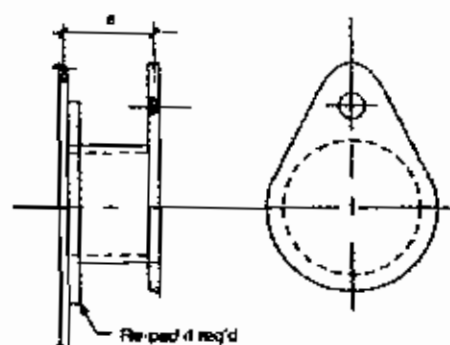
Miscellaneous Lifting Attachments



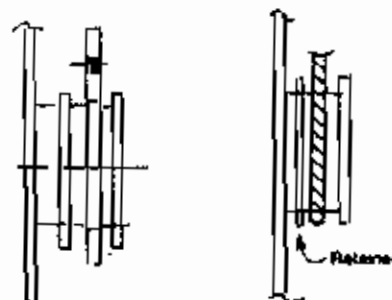
TOP FLANGE LUG
WITH SPREADER



SHEAVE ASSEMBLY DIRECT
MOUNT - 200 TON

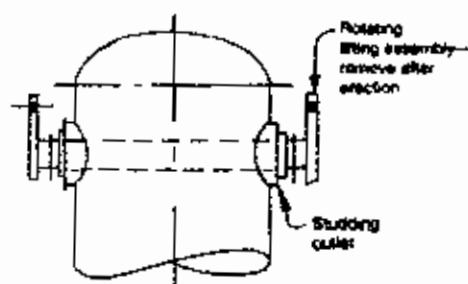


TRUNNION WITH FIXED LUG
TYPE 1

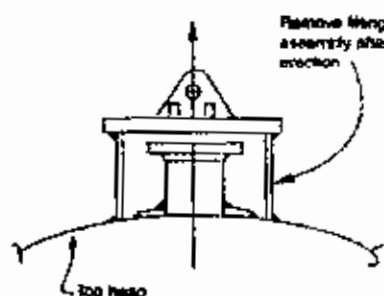


TRUNNION WITH ROTATING LUG
TYPE 2

TRUNNION WITHOUT LUG
TYPE 3



STIFFENER PIPE THROUGH
STUDING OUTLETS -
BLIND AFTER ERECTION



TEMPORARY TOP HEAD
FLANGE LUG OVER TOP NOZZLE

1-1
12 12 12

W B O
work ~~down~~
Brek

6 (Grim)

hand over
Lad's
hand over

hand over

in
the
work

* slive
slive
slive

of 1/2 1/2
Anker Box
Anker Bolt

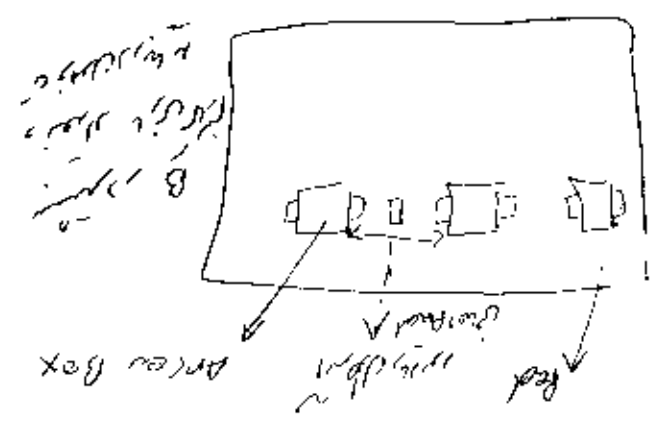
API 611-

Centering
Anker Box

Change
slive
slive

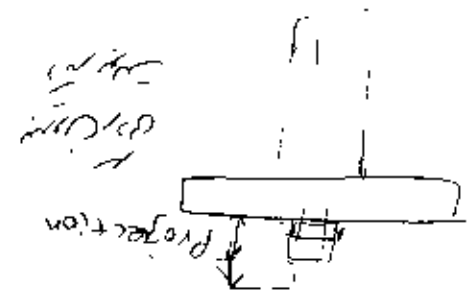
mortar all

expansion Bolt
Chemical Bolt



Hand over
Lad's
hand over
Brek
work
down
W B O
6 (Grim)

PPE
Personal Protective equipment





in sliding side pad
in sliding side pad

ET pad sliding side + thickness sliding plate = ET fit side

q] IP boom

OK capacity 75, 80, 85

sliding side - sliding side

Anchor Box Grouthing

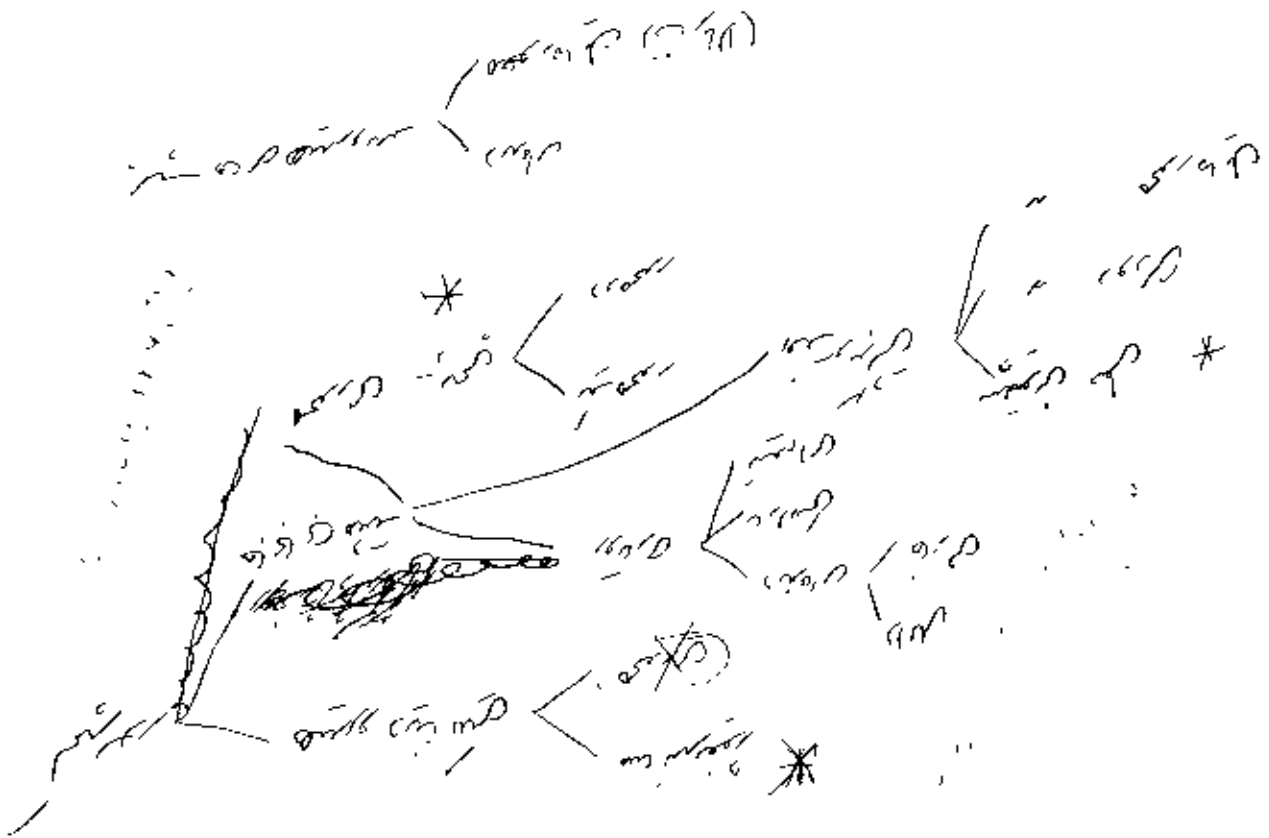
centering & ...

sliding side
sliding side

SMM -> static motion machine
sliding side
sliding side

Reference -> shaft pump

Requesting - TCRF



Requesting plan

TRP

Can 10100

10100

10100

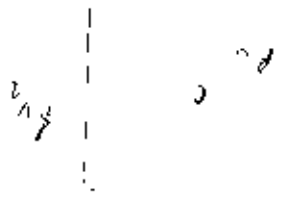
10100

10100

10100

10100

... more ...



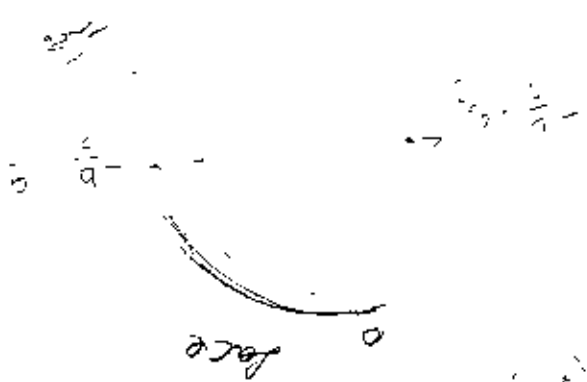
$$C = \frac{R}{2} - \frac{R}{2}$$

$$y = x - y$$

... ..

$$y = x - y$$

...



...

$$\textcircled{3} - \textcircled{2} = x - y$$

$$\textcircled{6} - \textcircled{2} = x - y$$

... ..



Rim = Round
Rim → face

$$\frac{1-1}{24, 4, 12}$$

LC
M17,18

Area manager
Area
superintendent

Intelligent Quality
Quality - Value

Emotional Quality
Quality - Value

Supervisor
superintendent

API 688
transportation $\leq CO^*$

Area vessel
vertical vessel

Pressure waste
waste

Area vessel
vertical vessel

tolerance centering $\pm 3m$

Process flow diagram
Process flow diagram

Key plan
Key plan

Barry limit

Air fin cooler
Air fin cooler

fitting
fitting

Cost 1-1
 12/2/18
 E.P.C

Lump sum
 unit rate
 cost plus
 man power

قیمت

① هزینه های ساخت و ساز
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های ساخت و ساز ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

② هزینه های نصب و راه اندازی
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های نصب و راه اندازی ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

③ هزینه های تعمیر و نگهداری
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های تعمیر و نگهداری ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

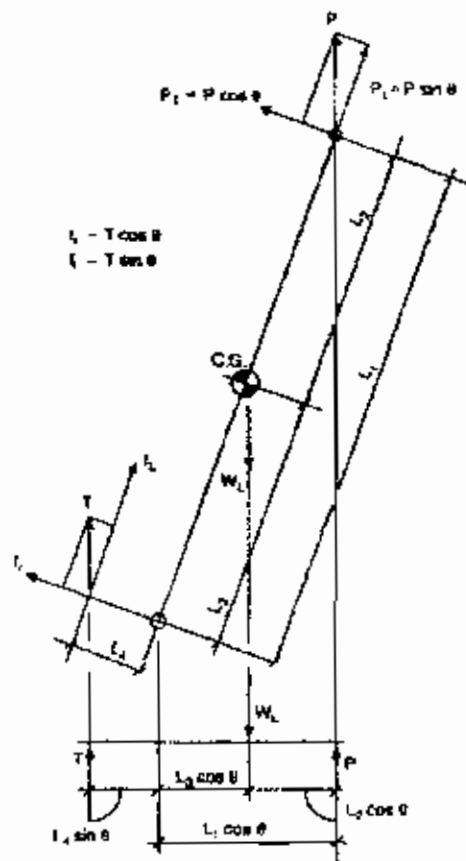
④ هزینه های حمل و نقل
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های حمل و نقل ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

⑤ هزینه های مدیریت
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های مدیریت ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

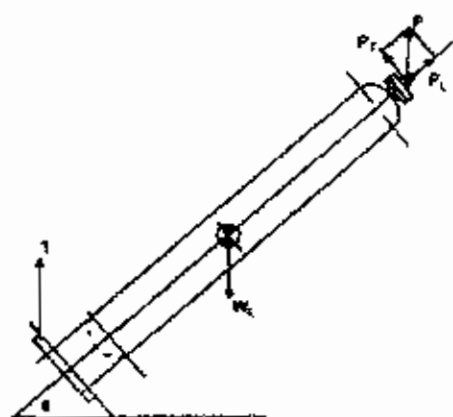
cost
 unit
 rate
 plus
 man
 power

⑥ هزینه های دیگر
 ۱۰۰۰۰۰۰۰ (در صورتی که هزینه های دیگر ۱۰۰۰۰۰۰۰ باشد)

Free-Body Diagram



Top Flange Lug



روش محاسبه نیروهای lifting & tailing

Tailing load, T

$$T = \frac{W_L \cos \theta L_2}{\cos \theta L_1 + \sin \theta L_2}$$

At $\theta = 0$, initial pick point, vessel horizontal:

$$T = \frac{W_L L_2}{L_1} \quad \text{and} \quad P = \frac{W_L L_3}{L_1} \quad \text{or} \quad P = W_L - T$$

At $\theta = 90^\circ$, vessel vertical:

$$T = 0 \quad \text{and} \quad P = W_L$$

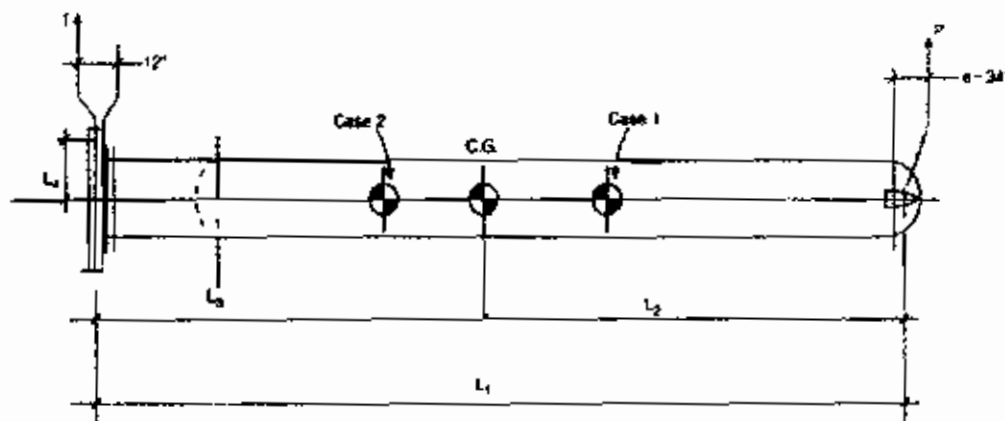
Calculate the loads for various lift angles, θ .

Loads T and P		
θ	T	P
0		
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		

Lift angles shown are suggested only to help find the worst case for loads T and P

Sample Problem

Distillation column
15 ft in diameter \times 280 ft OAL
260 ft tangent-to-tangent
 $W_1 = 200$ tons (400 kips)



Case 1: $L_1 > L_2$

$$L_1 = 280 + 2 \times 33 + 1 = 283.83 \text{ ft}$$

$$L_2 = 283.83 - 162 = 121.83 \text{ ft}$$

$$L_3 = 161 + 1 = 162 \text{ ft}$$

$$L_4 = 10 \text{ ft}$$

Case 2: $L_1 < L_2$

$$L_1 = 283.83 \text{ ft}$$

$$L_2 = 162 \text{ ft}$$

$$L_3 = 121.83 \text{ ft}$$

$$L_4 = 10 \text{ ft}$$

Loads T and P		
#	T	P
0	171.7	228.3
10	170.6	229.4
20	169.6	230.4
30	168.3	231.7
40	166.9	233.2
50	164.8	235.2
60	161.9	238.1
70	156.6	243.4
80	143.2	256.8
90	0	400



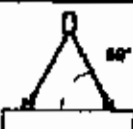



Loads T and P		
#	T	P
0	228.3	171.7
10	226.9	173.1
20	225.4	174.6
30	223.7	176.3
40	221.7	178.3
50	219.1	180.9
60	215.1	184.9
70	206.1	191.9
80	190.1	209.8
90	0	400

مثالی از محاسبه بار های لیفتینگ (picking) و تایلینگ (Tailing)

جدول ۲-۲: راهنمای انتخاب زنجیر

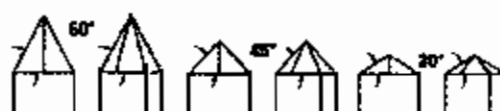
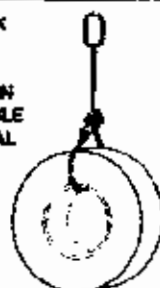
CHAIN SLING CAPACITIES (LBS.) - CHAIN GR-8 - ASME B30.9 DESIGN FACTOR 4/1

7

CHAIN SIZE (IN.)						 QT ALLOY	
CHAIN GR-8 DESIGN FACTOR 4/1	VERTICAL (SINGLE LEG)	TWO LEG OR BASKET HITCH	60 DEGREE SLING ANGLE	45 DEGREE SLING ANGLE	30 DEGREE SLING ANGLE	SINGLE LEG MASTER LINK SIZE (IN.)	DOUBLE LEG MASTER LINK SIZE (IN.)
1/4 - (2722)	3500	7000	6800	4900	3500	1/2	1/2
5/16	7100	14200	12200	10000	7100	3/4	3/4
1/2	12900	24000	20750	16900	12000	7/8	1
5/8	18100	36200	31350	25400	18100	1	1-1/4
3/4	28300	56600	49000	40000	28300	1-1/4	1-1/2
7/8	34200	68400	58200	46800	34200	1-1/2	1-3/4
1	47700	95400	82000	67400	47700	—	—
1-1/4	72300	144600	125200	102200	72300	—	—

HORIZONTAL ANGLE	CAPACITY % OF SINGLE LEG
90	200%
60	170%
45	140%
30	100%

A CHAIN GRAB HOOK APPLICATION WILL RESULT IN A 20% REDUCTION OF CHAIN CAPACITY OF A SINGLE LEG. THE HORIZONTAL ANGLE MUST BE GREATER THAN 30 DEGREES.





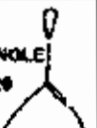




TRIPLE LEG SLINGS HAVE 60% MORE CAPACITY THAN DOUBLE LEG ONLY IF THE CENTER OF GRAVITY IS IN CENTER OF CONNECTION POINT AND LEGS ARE ADJUSTED PROPERLY (EQUAL SHARE OF THE LOAD).

QUAD LEG SLINGS OFFER IMPROVED STABILITY BUT DO NOT PROVIDE INCREASED LIFTING CAPACITY.

جدول ۲-۳: راهنمای انتخاب سیم بکسل و شکل

WIRE ROPE SLING CAPACITIES (LBS.) - FLEMISH EYE - ANSI B30.9 5

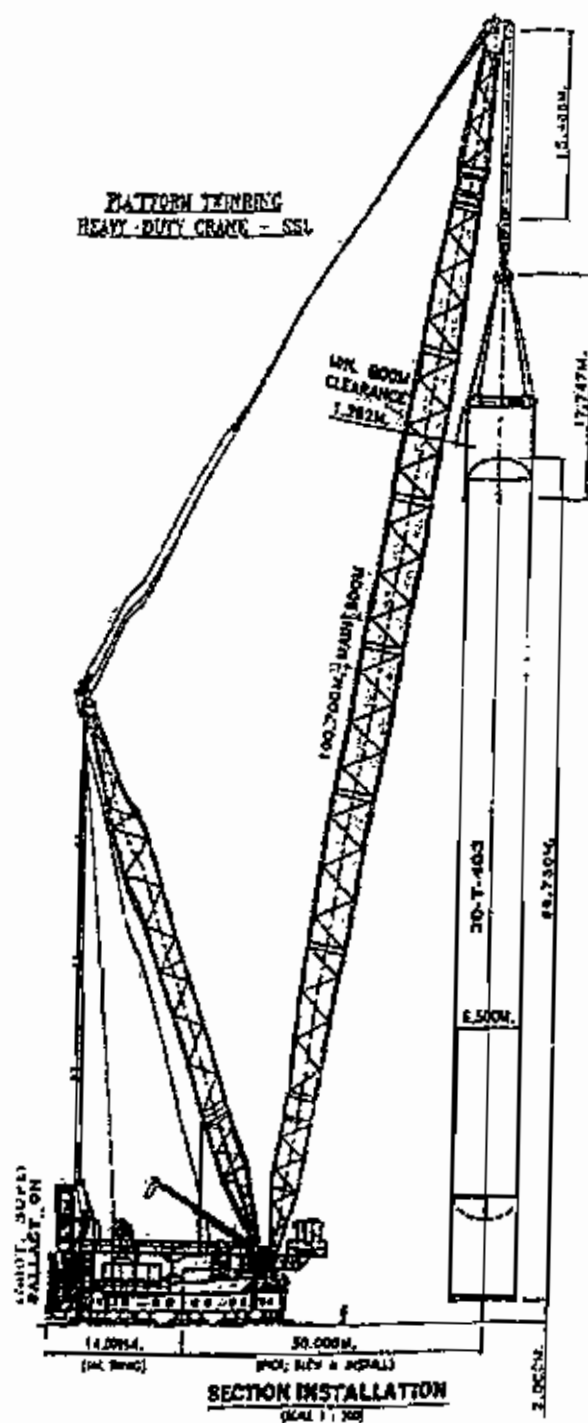
6 X 19 AND 6 X 37 IMPROVED FLOW STEEL - IWRC 5/1 DESIGN FACTOR

WIRE ROPE SIZE	 QT CARBON SHACKLE MINIMUM SHACKLE SIZE FOR A DMB-1 AT LOAD CONNECTION						
	SHACKLE SIZE	VERTICAL (SINGLE LEG)	CHOKER	TWO LEG OR BASKET HITCH	60 DEGREE SLING ANGLE	45 DEGREE SLING ANGLE	30 DEGREE SLING ANGLE
1/4	5/16	1120	820	2200	1940	1500	1120
5/16	3/8	1740	1280	3400	3000	2400	1740
3/8	7/16	2400	1840	4800	4200	3400	2400
7/16	1/2	3400	2400	6900	5900	4800	3400
1/2	5/8	4400	3200	8900	7600	6200	4400
9/16	5/8	5600	4000	11200	9600	7900	5600
5/8	3/4	6800	5000	13600	11600	9600	6800
3/4	7/8	9800	7200	19800	16900	13800	9800
7/8	1	13200	9800	26400	22800	18600	13200
1	1-1/8	17000	12800	34000	30000	24000	17000
1-1/8	1-1/4	20000	15800	40000	34800	28300	20000
1-1/4	1-3/8	26000	19400	52000	45000	36700	26000
1-3/8	1-1/2	30000	24000	60000	52000	42400	30000

* RATED CAPACITIES BASED ON PIN DIAMETER OR HOOK NO LONGER THAN THE NATURAL EYE WIDTH (1/2 X EYE LENGTH) OR LESS THAN THE NOMINAL SLING DIAMETER

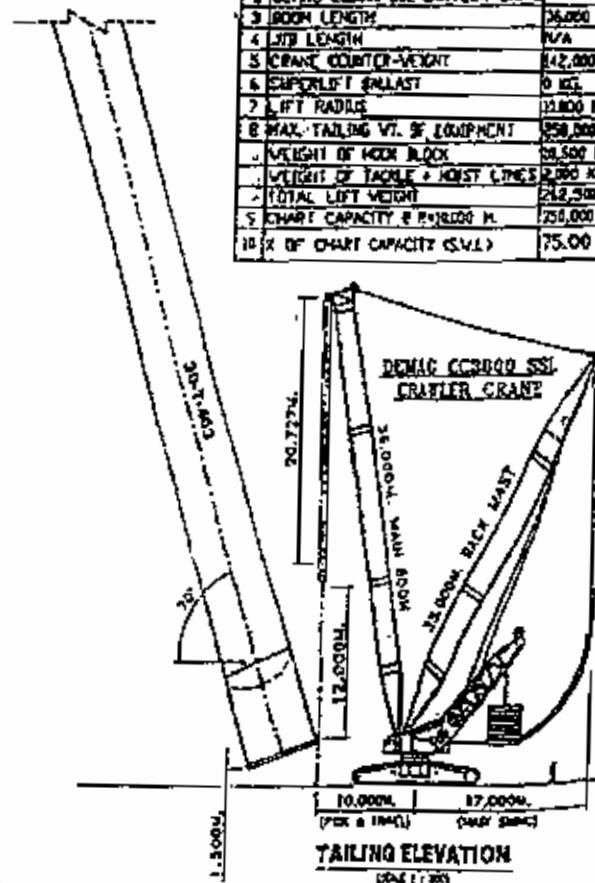
REFER TO ANSI B30.9 FOR FULL DETAILS

HORIZONTAL SLING ANGLES OF LESS THAN 30 DEGREES ARE NOT RECOMMENDED



PLATFORM TWINNING HEAVY-DUTY CRANE	
MODEL	30-T-400
LIFTING CONFIGURATION	SSK
BOOM LENGTH	180.7
FLY JIB	5.0
MINIMUM ANGLE	7°
WIND SPEED	6.5 28 PPH
COMPRESSION	17.2
BALLAST ON RING	1500
RADIUS	20.0
CAPACITY	11728
MAX. LOAD	2564740
BLOCK WEIGHT	20.0
ROCKING	35.0
TOTAL	350.0
PERCENTAGE OF CAPACITY	47.1
MAX. OUTRIGGER FORCE	120.0

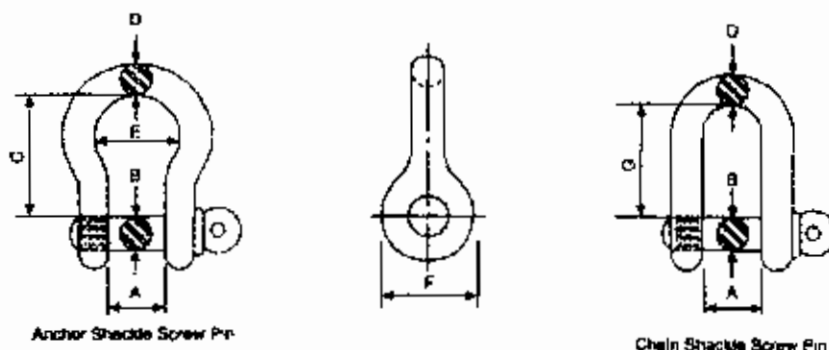
CHART LIFT DATA (TALLING)	
1 EQUIPMENT TAG	30-T-4
2 DEMAG CC3000 SSL CRAWLER CRANE	
3 BOOM LENGTH	20.000 M.
4 JIB LENGTH	N/A
5 CRANE COUNTER-WEIGHT	142,000 KG
6 SUPERLIFT BALLAST	0 KG
7 LIFT RADIUS	11.800 M.
8 MAX. TAILING W. OF EQUIPMENT	258,000 KG
9 WEIGHT OF MOOR BLOCK	18,500 KG
10 WEIGHT OF TACKLE + HOIST LINES	2,000 KG
11 TOTAL LIFT WEIGHT	242,500 KG
12 CHART CAPACITY @ RADIUS	250,000 KG
13 % OF CHART CAPACITY (SSL)	75.00 %



نمونه ای از یک Lifting plan

جدول 2-4: انتخاب شکل

Forged Steel Shackles



Dimensions in inches											
Size D (in.)	Safe Load (lb)	D (min)	A	Tolerance A Dim.	B	B (min)	C	G	Tolerance C and G Dim	E	F
3/8	475	7/16	13/32	±1/64	3/16	3/16	1 1/8	3/8	±1/16	3/8	1 1/8
1/2	1,060	1 1/16	2 1/32	±1/64	1/2	2 1/16	1 1/8	1 1/2	±1/8	1	2 1/32
5/8	1,450	2 1/16	2 1/8	±1/64	5/8	2 1/8	1 1/2	1 3/4	±1/8	1 1/8	1 1/4
3/4	1,900	2 3/8	2 1/4	±1/64	3/4	2 3/8	1 3/4	1 3/4	±1/8	1 3/8	1 3/4
7/8	2,550	3 1/8	2 1/2	±1/64	7/8	2 3/4	2 1/8	2	±1/8	1 3/4	1 3/4
1	4,250	4 1/8	3 1/4	±1/64	1	3 1/8	2 3/4	2 3/4	±1/8	2	1 3/4
1 1/8	5,780	4 3/4	3 1/2	±1/64	1 1/8	3 3/8	3 1/8	2 3/4	±1/8	2 1/8	2 1/4
1 1/4	7,550	5 1/8	3 3/4	±1/64	1 1/4	3 3/8	3 3/8	3 3/8	±1/8	2 3/8	2 3/8
1 1/2	8,900	5 3/4	3 7/8	±1/64	1 1/2	3 7/8	4 1/8	3 3/8	±1/8	2 3/4	2 3/4
1 3/4	11,000	6 1/8	4 1/8	±1/64	1 3/4	4 1/8	4 1/8	3 3/8	±1/8	3 1/8	3
1 7/8	13,300	6 3/4	4 1/4	±1/64	1 7/8	4 1/8	5 1/8	4 1/8	±1/8	3 3/8	3 3/8
2	15,800	7 1/8	4 3/8	±1/64	2	4 3/8	5 3/8	4 3/8	±1/8	3 3/4	3 3/4
2 1/8	21,500	7 3/4	4 7/8	±1/64	2 1/8	4 3/8	7	5 3/8	±1/8	4 1/4	4 1/8
2 1/4	26,100	8 1/8	5 1/8	±1/64	2 1/4	4 3/8	7 3/8	6 3/8	±1/8	5 1/4	5
2 3/8	36,000	8 3/4	5 3/8	±1/64	2 3/8	4 3/8	8 1/8	7 3/8	±1/8	5 3/4	5 1/8
2 1/2	46,100	9 1/8	5 7/8	±1/64	2 1/2	4 3/8	10 1/8	8	±1/8	6 1/4	6
3	64,700	10 3/8	6 3/8	±1/64	3	4 3/8	13	11 1/8	±1/8	6 3/4	6 1/2

۲-۴-۴ روشهای خاص نصب تجهیزات:

در محل هایی که بنا به محدودیت های فضایی استفاده از جرثقیل برای نصب میسر نمی باشد، از روشهای خاصی برای نصب استفاده می گردد. انتخاب روش بستگی به خلاقیت و تجربه کار سوپر وایزهای نصب و سرپرستان آنها دارد.

اما روشهای متداول استفاده از ریل های آهنی (ناودانی، تیرآهن، لوله) و هل دادن یا کشیدن آنها بوسیله چین بلاک ها و تیغورها می باشد. البته باید ریل تا محل نصب ادامه پیدا کند و در هنگام نصب بوسیله جک های کتابی و تلسکوپی در موقعیت قرار داده شوند. در اینگونه نصب ها نایستی خیلی دقت شود و نکات ایمنی به شدت رعایت گردد.

۲-۵ مراحل بعد از نصب : (After Installation)

بعد از نصب عملیات زیر به ترتیب روی تجهیزات انجام خواهد گرفت. البته نوع عملیات با توجه به نوع تجهیزات و نحوه فنداسیون ها احتمال دارد متفاوت باشد، اما در هر صورت مراحل زیر از ارکان اصلی نصب تجهیزات می باشند.

۲-۵-۱ Centering , Anchor Box Grouting

اولین قدم بعد از نصب در مورد همه تجهیزات (ثابت و دوار) قراردادن دستگاه بصورت دقیق در محورهای مرکزی از قبل طراحی شده ، می باشد. ابتدا مختصات محورهای مرکز (Center Line) توسط نقشه بردار روی بدنه فنداسیون بصورت دقیق و ظریف علامت گذاری می گردد. مکانیک محور تقارن دستگاه را طبق نقشه روی شاسی علامت گذاری نموده و تحت فرایندی فاصله این دو علامت را در حد تolerانس تعیین شده در دستورالعمل ($\pm 3mm$) تنظیم خواهد نمود. بعد از بازرسی و تحویل Centring می توان Anchor Box را در مورد تجهیزات روتاری گروت نمود. ($G2$ یا $G3$) در موقع انکر باکس گروتینگ به جایگذاری صحیح انکر بولت ها و قایم بودن بر سطح شاسی، معیوب نبودن و میزان بیرون زدگی آنها کاملاً دقت شود. مقدار بیرون زدگی انکر بولت ها باید طوری تنظیم گردد که بعد از پوشاندن مهره اصلی و قفلی در حالت کاملاً سفت شده ۲ الی ۳ رزوه بالای مهره ها باقی بماند.

البته در مورد تجهیزات سنگین که جابجایی آنها بدون جرثقیل مشکل خواهد بود، بهتر است عملیات Centring همزمان با نصب صورت گیرد. معمولاً Centring در تجهیزاتی که دارای Anchor Bolt ثابت می باشند همراه Alignment کردن تحویل داده می شود. در مورد حالاتی که چندین دستگاه (Drum و پمپ ، میکسر) روی یک شاسی (skid) قرار دارند فقط کافی است عملیات Centring برای Skid انجام پذیرد. ناظران باید دقت کنند بازرسی مرکزیت دستگاه معمولاً از ۳ طرف انجام می پذیرد، زیرا به علت تolerانس های ساخت احتمال دارد مرکزیت یک طرف خارج از تolerانس باشد.

۲-۵-۲ Alignment & Leveling

بعد از انجام Centring و دوران خشک شدن گروت انکر باکس ها، گروه های اجرایی اقدام

به اجرای

عملیات **Leveling** (ترازی) در مورد تجهیزات استاتیکی افقی و دوار و **Alignment**

(شاغولی) در مورد تجهیزات استاتیکی عمودی خواهند نمود.

Leveling تجهیزات دوار توسط افراد با تجربه بوسیله ترازهای صنعتی با دقت 0.02 و

0.04 mm/m کالیبره شده روی سطوح ماشین کاری شده مخصوص این کار در دو جهت محور

اصلی و عمود بر محور اصلی دستگاه با دستگاه تراز یاب انجام می پذیرد. در صورتی که نتوان به

سطوح ماشین کاری شده دست پیدا کرد یا دمونتاز کردن دستگاه از روی شاسی امکان نداشته

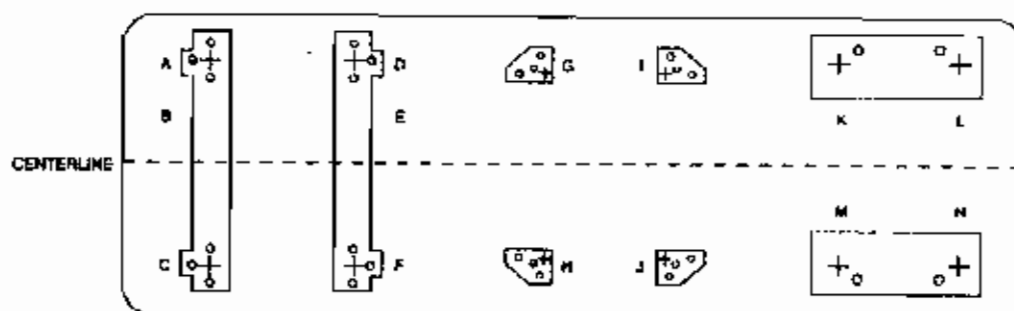
باشد، عملیات تراز بندی روی فلنج های مکش و تخلیه دستگاه ها انجام می پذیرد. تلهانس

Leveling برای دستگاههای روتاری $0.05 mm/m$ + - خواهد بود در صورتیکه در \pm دستورالعمل های

شرکت های سازنده مقادیر دیگری ذکر نشده باشد. در صورتی که شاسی تجهیزات بزرگ باشد

Leveling در چندین نقطه از شاسی مطابق شکل ۲-۲۱ انجام می شود. در این روش یکی از نقاط

به عنوان مرجع در نظر گرفته می شود و بقیه نقاط نسبت به آن تراز می شوند.



شکل ۲-۲۱: نقاط چک کردن **Leveling**

تنظیم و تراز بندی بوسیله قرار دادن ورقه های فلزی با ضخامت متفاوت بین سطح بد و

شاسی، تنظیم چک بولت و یا گوه های چوبی و تغییر مهره های انکر بولت انجام می پذیرد. که به

این ورقه ها شیم پلیت گفته می شود. شیم در تماس با شاسی دستگاه بایستی از جنس فولاد ضد

زنگ (S.S) باشد. حداکثر تعداد شیم های مجاز برای یک نقطه ۳ عدد خواهد بود. بعد از بازرسی و

تحویل **Leveling** شیم ها به همدیگر و بد، نقطه جوش می شوند تا از جابجایی و احتمالاً بیرون

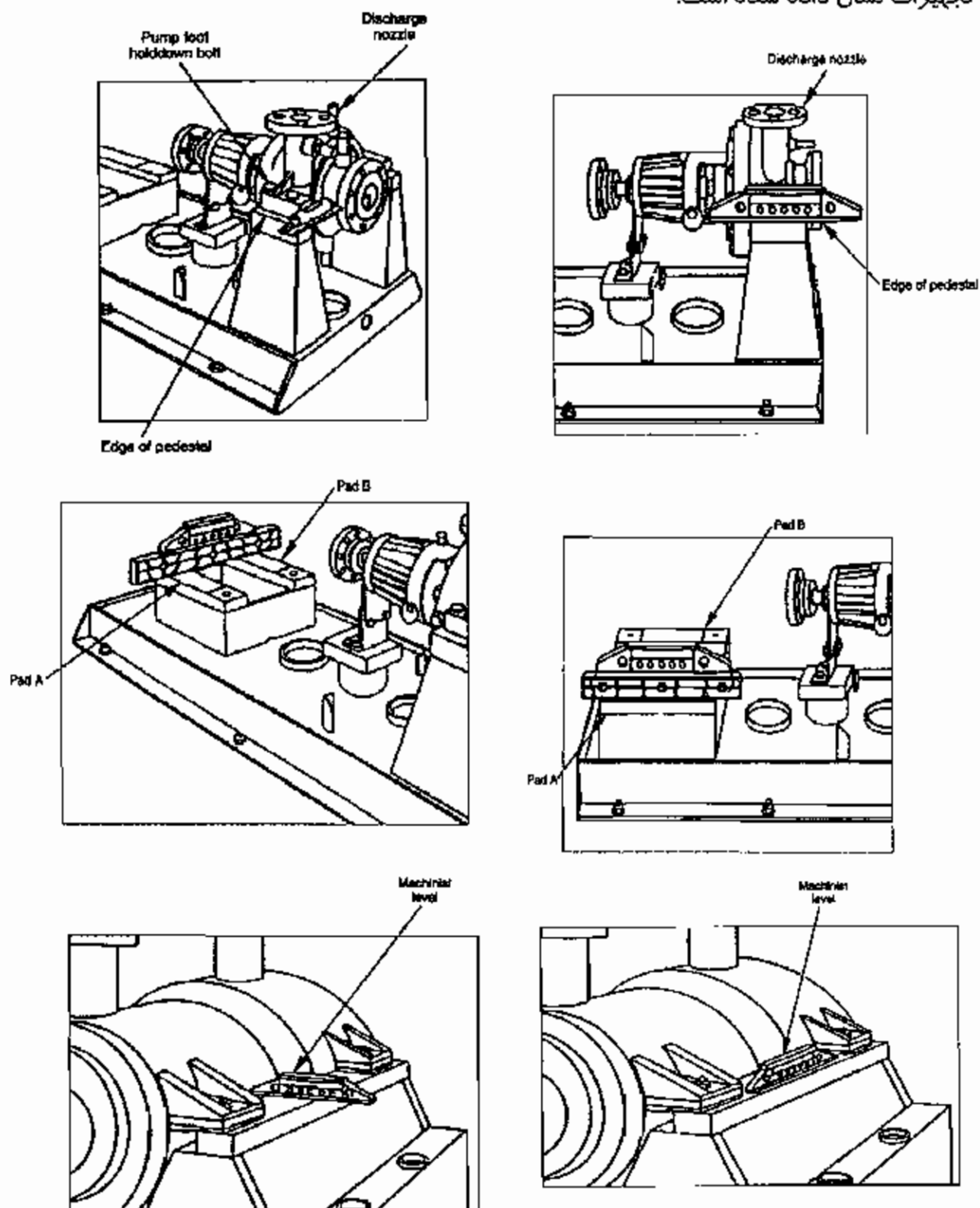
آمدن جلوگیری بعمل آید. در این مرحله بایستی **Anchor Bolt** کاملاً سفت شوند و در صورت

نیاز از ترک متر استفاده می گردد. در جدول ۲-۴ مقادیر ترک مجاز پیچ ها بر اساس سایز آنها

لیست شده اند.

در شکل ۲-۲۲ نمونه هایی از حالت گذاشتن تراز صنعتی روی سطوح ماشین کاری شده

تجهیزات نشان داده شده است.



شکل ۲-۲۲: نقاط چک کردن Leveling

جدول ۲-۲: مقادیر ترک مجاز پیچ ها

Table A-1—30,000 PSI Internal Bolt Stress

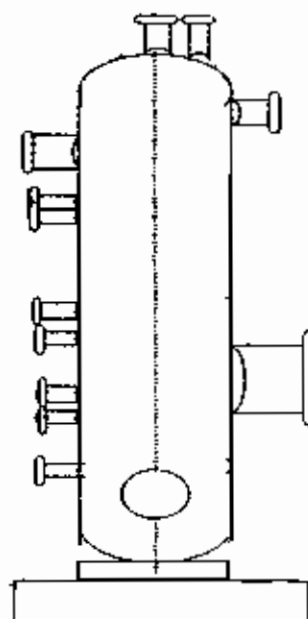
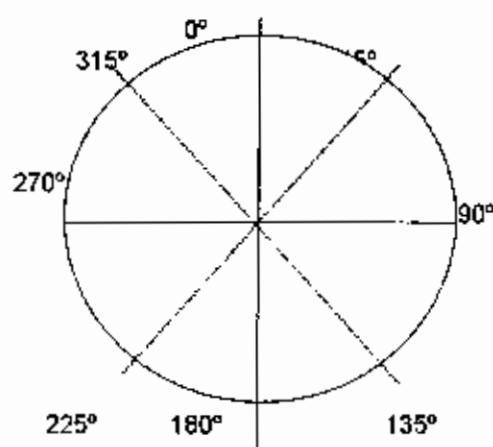
Nominal Bolt Diameter (inches)	Number of Threads (per inch)	Torque (foot-pounds)	Compression (pounds)
1/2	13	30	3,780
3/8	11	60	6,060
1/4	10	100	9,060
7/16	9	160	12,570
1	8	245	16,530
1 1/8	8	355	21,840
1 1/4	8	500	27,870
1 1/2	8	800	42,150
1 3/4	8	1,500	59,400
2	8	2,200	79,560
2 1/4	8	3,180	102,690
2 1/2	8	4,400	128,760
2 3/4	8	5,920	157,770
3	8	7,720	189,720

Note 1. All torque values are based on anchor bolts with threads well-lubricated with oil.

Note 2. In all cases the elongation of the bolt will indicate the load on the bolt.

Alignment و شاغولی تجهیزات عمودی بوسیله دوربین های تئودولیت و شاخص چک می شوند. و مشابه **Leveling** بوسیله قراردادن شیم بین شاسی و بد صورت می پذیرد. تیرانس عمودی بودن دستگاه $mm\ 0.8/1m$ و حداکثر $mm\ 19$ خواهد بود. در شکل ۲-۲۳ یک نمونه از تجهیزات عمودی استاتیکی نشان داده شده است و نحوه درجه بندی برای چک کردن شاغولی با دوربین تئودولیت نشان داده شده است. (راستای 180° و 270° درجه در سه نقطه پایین، وسط و بالا

چک



شکل ۲-۲۳: نحوه زاویه بندی یک برج در عملیات شاغولی (Alignment)

در مورد تجهیزات افقی که معمولاً از *Sliding Plate* استفاده می شود بایستی شیم ها بین پد و اسلایدینگ پلیت قرار گیرد. و شیب بندی دستگاه طبق نقشه جزئیات رعایت شود. البته معمولاً شیب بندی را موقع ساختن در مورد پایه ها رعایت می کنند، ولی در مورد *Leveling* به این شیب بندی باید توجه شود تا اینکه از اشتباه ناظران و گروه های اجرایی جلوگیری شود.

Leveling را در هر دو جهت طول و عرض دستگاه و *Alignment* را در جهت شمال به جنوب و غرب به شرق دستگاه انجام خواهند داد. *Leveling* و *Alignment* نیز بایستی تحت فرمت های خاصی به کارفرما و ناظران مربوطه *QC* مکانیکال تحویل داده شود.

۳-۵-۲ هم محوری : (Coupling Alignment)

هم محوری به عملیاتی گفته می شود ، که جهت در یک راستا قرار دادن محورهای دستگاه محرک (الکتروموتور، گیربکس و یا توربین) و دستگاه متحرک (عامل) (پمپ ، کمپرسور ، ژنراتور ، فن و دمنده ، توربین و ...) و موازی نمودن مقاطع آنها (سطوح هاب های کوپلینگ) صورت می پذیرد. هم محوری از عملیات فوق العاده حساس و دقیق نصب تجهیزات روتاری می باشد ، بنابراین در بخش بعد بطور کامل اساس و روشهای مختلف آن شرح داده شده است. معمولاً در سایت ها بسته به نظر کارفرما و سازنده هم محوری در مراحل گوناگون و چندین بار صورت می گیرد. (بعد یا قبل از گروت ریزی نهایی ، بعد از وصل لوله کشی تجهیزات ، بعد از *Run* اولیه محرک) هم محوری بایستی در فرمت های خاصی تحویل بازرسان *QC* کارفرما داده شود. البته در صورتی که کارفرما به هر دلیلی مجاز نداند که همو محوری قبل گروت ریزی چک شود باید پیمانکار هم محوری را چک کند تا از مشکلات احتمالی بعد از گروت ریزی جلوگیری شود.

۴-۵-۲ گروت ریزی : (Grouting)

گروت ماده ای می باشد که سطح شاسی دستگاه را به فنداسیون اتصال می دهد و انتقال دهنده نیروها و اثرات جانبی روی دستگاه ها به فنداسیون می باشد و یک ساپورت یکنواخت را برای تجهیزالت فراهم می آورد. در واقع گروت پرکننده فاصله بین سطوح تجهیز (سطح زیرین شاسی، پلیت نشیمنگاه) و فنداسیون می باشد.

گروت ها معمولاً به سه شکل $G1$ و $G2$ و $G3$ (سیمانی، پایه سیمانی و اپوکسی) در دسترس می باشند که در بخش های بعد به تفصیل درمورد آنها بحث خواهد شد. بعد از آنکه تنظیمات نهایی روی تجهیز انجام گرفت نصب به مرحله تقریباً نهایی خود یعنی گروت ریزی می رسد.

بصورت کلی در مورد همه نوع های گروت قبل از استفاده باید موارد ذیل رعایت گردد.

۱- هرگونه مواد خارجی از سطح فنداسیون و سطح شناسی زدوده شود. (روغن، گردوخاک، آب، زنگ زدگی) این کا توسط برس زدن و تمیز کاری بوسیله هوای فشرده عاری از روغن انجام گیرد.

۲- در موارد خاص حتما نقشه گروت ریزی کاملاً چک شود. (در بخشی از نقشه جزئیات تجهیز نیز

می تان اطلاعات مربوط به گروت آورده شود) این نقشه باید شامل اطلاعات زیر باشد.

- محل جوینت های انبساطی - ارتفاع بالای گروت - نوع و میزان مصرف گروت

- جزئیات قالب گیری - محل های سوراخ های گروت ریزی و تخلیه هوا

- محل انکر بولتها و میزان بیرون زدگی - ملزومات پیچ های تراز و شیم ها

- محل و تعداد بین های گروت در صورت نیاز

تعریف بین گروت: به بین با میخهایی که قبل از گروت در داخل فنداسیون تعبیه می شوند

و یک مقدار از ارتفاع آنها در گروت باقی می ماند (جهت جلوگیری از جدا شدن گروت از بتن در

انبساط های حرارتی زیاد) بین گروت گویند.

۳- همچنین روی لبه های فنداسیون تا سطح نهایی گروت طبق نقشه قالب بندی مناسب براساس

نوع گروت صورت پذیرد

۴- در مورد طرز اختلاط گروت ها بایستی شدیداً دستور العمل شرکت های تامین کننده این مواد

رعایت شوند.

۵- در هنگام گروت ریزی بایستی نمونه بردارهای آزمایشگاه نیز حضور داشته باشند. تا بتوانند

نمونه واقعی را تهیه و بعداً طبق استاندارد $ASTMC579$ مورد آزمایش قرار دهند.

۶- در طول دوره خشک شدن گروت سفارشات سازندگان بایستی به دقت رعایت گردند.

۶-۲ روشهای هم محوری: (Coupling Alignment)

مقدمه:

هم محور نمودن (الایمنت) محورهای دستگاههای دووار در واحدهای صنعتی دارای اهمیت فراوانی می باشد. چون باعث افزایش طول عمر دستگاه و منعلقات داخلی (بلبرینگ ها، آب بند ها، هاب ها، کوپلینگ، روتور و...) کاهش تعمیرات، بالا بردن راندمان کاری دستگاه و کم کردن هزینه ها خواهد شد. معمولاً هم محورسازی توسط افراد با تجربه که بصورت تجربی این کار را یاد گرفته اند صورت می پذیرد ولی به علت عدم درک علمی از کار با صرف وقت فراوان و آزمون خطا پیش خواهند رفت. در صورت انجام دادن این کار با روش علمی و درک کامل پروسه یقیناً کار بصورت دقیق تر و در زمانی کمتری انجام خواهد شد. در اینجا سعی شده است که اساس کار بصورت ساده و علمی شرح داده شود و فرمول های مورد استفاده از هر روش ارایه گردد.

در صورت عدم هم محوری خساراتی همچون افزایش ارتعاش، نشی و خرابی زودرس مکانیکال سیل ها، کاهش عمر یاتاقان ها، خرابی چرخ دنده ها، خرابی کوپلینگ، افزایش تلفات مکانیکی، کاهش قابلیت اطمینان و ضریب ایمنی دستگاه، کاهش زمانی در دست رس بودن دستگاه و کاهش بازده کلی دستگاه خواهد شد. بنابراین انجام دادن هم محوری حتی با روش های کم دقت و ابزار آلات مقدماتی (شمش و فیلر) بهتر از اصلاً انجام ندادن الاین می باشد. در جدول ۴-۲ بطور نمونه در صد کاهش طول عمر چند بلبرینگ براساس میزان نا همراستایی و میزات بار مقایسه شده اند.

جدول ۴-۲: مقایسه طول طول عمر براساس میزان نا همراستایی و بار در چند بلبرینگ خاص

شماره بلبرینگ	قطر شافت (mm)	نا همراستایی (صدم میلی متر)	بار یاتاقان (Kg)	درصد کاهش عمر
		۰	۴۵	—
		۳	۴۸	۱۴
۶۲۰۲	۱۵	۱۲	۴۹	۲۰
		۲۵	۵۰	۲۵
		۰	۴۵	—
۶۲۰۵	۲۵	۳	۵۰	۲۵
		۱۲	۵۵	۴۵
		۲۵	۶۲	۶۰

از عواملی که باعث بوجود آمدن غیر همراستایی (*Misalignment*) میشود می توان

موارد ذیل را برشمرد:

- ۱- فاکتورهای انسانی و مدیریتی که عبارتند از:
 - تفرانس ها و استانداردهای بکاربرده شده - آموزش نیروی انسانی - زمان ناکافی برای انجام
 - ابزار آلات کاربرده شده در عملیات
- ۲- فاکتورهای فیزیکی که عبارتند از:
 - کیفیت فونداسیون - شاسی و صفحه های تکه دارنده دستگاه - انتخاب و نحوه اجرای گروت
 - روش اتصال لوله کشی و نحوه ساپورت کردن آنها - نوع کوپلنگ
 - کیفیت ساخت و مونتاژ دستگاه - فضای مناسب برای انجام هم محورسازی

غیر همراستایی (*Misalignment*) اساسا به دو صورت وجود افست بین دو محور و زاویه

دار بودن دو محور نسبت به هم یا بصورت ترکیبی در سیستم ها ظاهر می گردد. شکل ۲-۲۴.

همچنین غیر همراستایی احتمال دارد در هر کدام از صفحات قائم و افقی دستگاه ها با همزمان در

هر دو صفحه بوجود آید. شکل ۲-۲۵

در صفحه قائم نا هم راستایی را بوسیله جایگذاری شیم پلیت ها در زیر پایه ها جبران می

کنند و در صفحه افقی بوسیله جابجا کردن دستگاه محرک به جوانب نا هم راستایی را از بین می

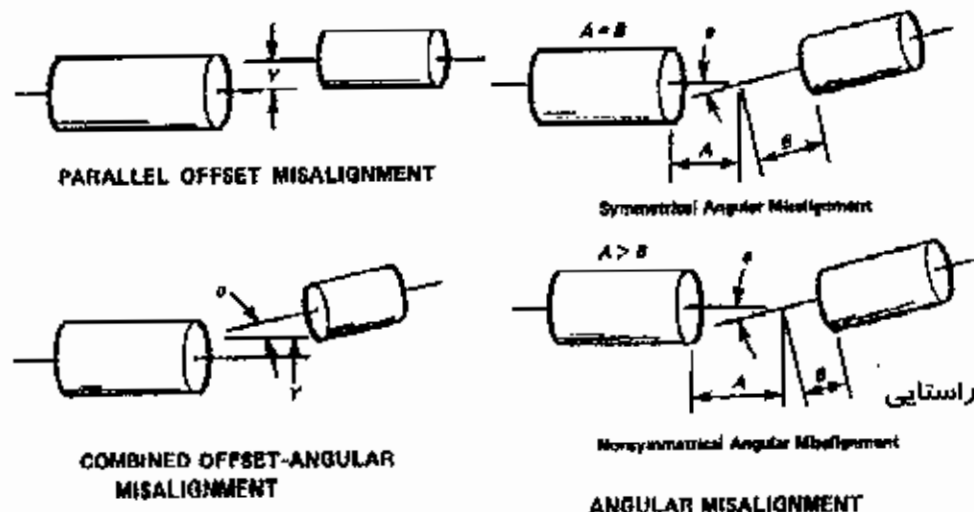
برند. که برای جابجایی در صفحه

قائم جهت جایگذاری شیم، از روشهای جک پیچی (*Jack screws*)، اهرم و دیلم، جک های

متحرک و گوه ها و جرثقیل و قلاب استفاده می شود. و برای حرکت دادن دستگاه در صفحه افقی

از روشهای جکش فلری و گوه، جک پیچی (*Jack screws*)، جک های متحرک، قلاب های کشنده

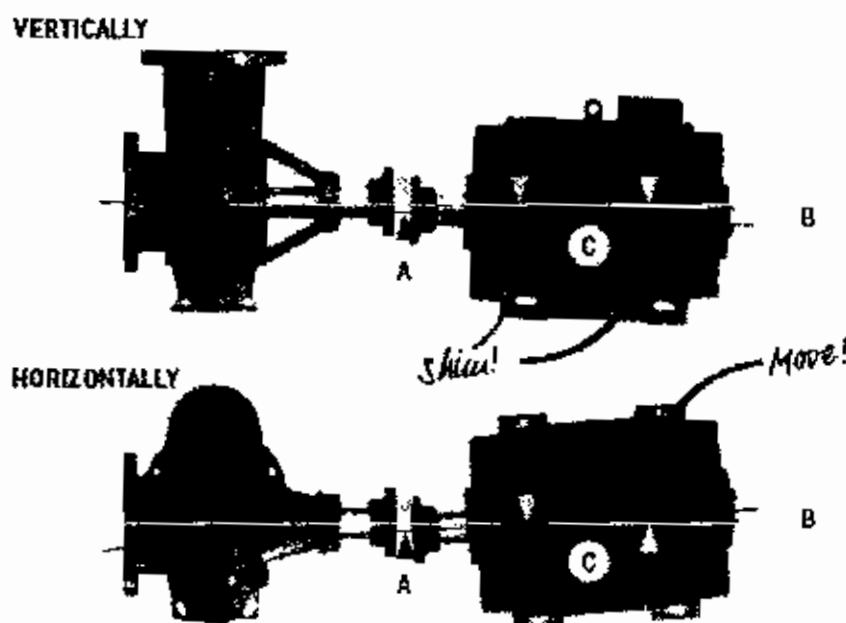
افقی استفاده می گردد.



شکل ۲-۲۴: انواع غیر هم راستایی

۲-۶-۱ روشهای مختلف هم محور سازی:

الیمنت به روشهای دستی و چشمی، ساعت های اندیکاتور و لیزری یا نوری انجام پذیر است. در شکل ۲-۲۶ نحوه انجام و دقت این روشها با همدیگر مقایسه شده است. به علت دقت پایین روشهای چشمی کلاً از این روش مگر در جاهایی که دست رسی به روشهای دیگر میسر نباشد، استفاده نمی شود. از روشهای معمول دستی می توان روش شمش و فیلر گیج، تراز و نخ ریسمان (برای تنظیم پولی ها و چرخ زنجیر ها) را می توان نام برد.



شکل ۲-۲۵: غیر همراستایی در صفحات قائم و افقی

Alignment methods

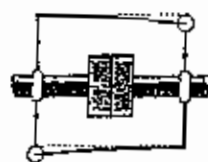


Measurement

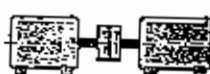
$\frac{1}{10}$ mm



Correction



$\frac{1}{100}$ mm



$\frac{1}{1000}$ mm

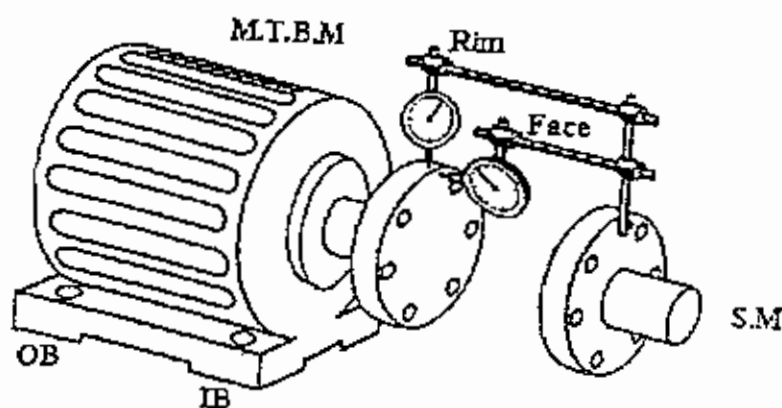


شکل ۲-۲۶: مقایسه انواع روشهای هم محور سازی

با توجه به برآورده شدن تیرانس الیمنت با دقت معمولی بو سیله بکاربردن روش های ساعت اندازه گیر (*Dial Gage*) این روشها از پر کاربردترین و ابتدایی ترین روشهای هم محور سازی در واحدهای فرایندی می باشند. اساس کار این روش بدین شکل است که ابتدا مقادیر انحرافات یکی از محورها در جهت های مختلف نسبت به محور دیگر توسط ساعت های اندازه گیر قرائت می شوند و بوسیله روشهای محاسباتی و ترسیمی مقادیر تغییرات و جابجایی پایه ها محاسبه و بر روی آنها اعمال می شود. با توجه به اینکه در کلیه روشهای هم محور سازی تمام جابجایی ها روی محرک ها (الکتروموتورها) صورت می گیرد، به این دستگاهها متحرک گویند. و دستگاه عامل (پمپ، کمپرسور و...) ثابت می باشند به آنها دستگاه ثابت گویند. از روشهای معمول این گروه می توان *Face - Round*، *(Face-Rim) Face - Round*، *Two Face - Round*، *Face - Face Distance* و *Reverse* را نام برد. در ادامه روش کاربرد و مزایا و معایب هر کدام بحث می گردد.

الف: روش *Face - Round*

در این روش طبق شکل ۲-۲۷ از ۲ عدد *Dial-Gage* که یکی روی لبه هاب دستگاه متحرک (*Round* یا *Rim*) و دیگری روی صورت هاب (*Face*) همان دستگاه بسته شده اند استفاده می شود و پایه نگهدارنده ساعت ها توسط فیکسچر خاصی روی هاب دستگاه ثابت نصب می شود. سپس ساعت ها در صفحه قائم در موقعیت سات ۱۲ روی صفر تنظیم می شوند و سپس محور دستگاه ثابت دوران می کند و در موقعیت ساعت ۶ میزان اختلاف ها خوانده می شود. و در صفحه افقی در موقعیت ساعت ۳ روی صفر تنظیم و در موقعیت ساعت ۹ اختلاف ها قرائت می گردد. این روش یک روش سنتی و شاید عمومی ترین روشی است که اکثر مورد استفاده قرار می گیرد.



ماشین متحرک

ماشین ساکن

شکل ۲-۲۷: نحوه قرار گیری گیج های اندازه گیری در روش *Face-Round*

مزایای روش Face - Round :

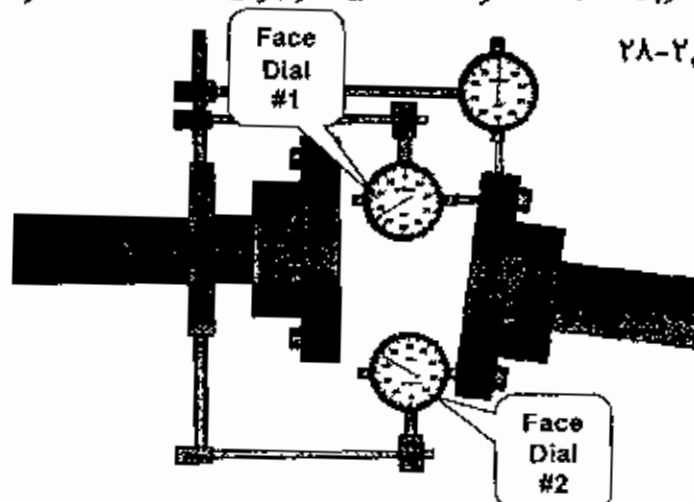
- ۱- این روش در ماشین آلای که شافت ماشین متحرک آنها آنها خیلی سنگین می باشند و به راحتی قابل چرخیدن نیستند روش مناسبی می باشد.
- ۲- این روش برای حالتی که قطر کوپلینگ ها نسبت به فاصله *Spacer* (قطعه ای اسپول مانند که اتصال دهنده هاب های روی شافت های ماشین ها می باشد) بیشتر است نسبت به دیگر روشها از دقت بیشتری برخوردار است.
- ۳- استفاده از این روش در ماشین ها کوچک از روش *Reverse* راحت تر و دارای دقت بیشتری است.
- ۴- درک فیزیکی آن راحت تر از روش *Reverse* خواهد بود.

محدودیت های روش Face & Round :

- ۱- روی دستگاههایی که محور دستگاه ثابت آنها آن قادر به چرخیدن نیست و ممکن است خارج از مرکز بودن کوپلینگ یا خمیدگی شفت و ناصافی روی سطح روی دقت آن تأثیر بگذارد، روش مناسبی نمی باشد.
- ۲- در جاهایی که امکان حرکت محوری شفتها (لقی محوری) باشد، این روش کارآمد نخواهد بود.
- ۳- برای کوپلینگهایی با قطر کم و فاصله زیاد این روش از دقت کمتری نسبت به *Reverse* برخوردار است.
- ۴- محاسبات ترسیمی این روش پیچیده تر از روش *Rere* است.

ب: روش Two Face - Round

دقیقاً مشابه روش قبلی است با این تفاوت با اختلاف ۱۸۰ درجه یک ساعت اندازه گیری دیگر روی صورت هاب کوپلینگ بسته خواهد شد. بیشتر برای حذف حالت حرکت های محوری بکار برده می شود. شکل ۲-۲۸



شکل ۲-۲۸: نحوه قرار گیری گیج های اندازه گیری در روش Two Face-Round

ج: روش Face-Face Distance

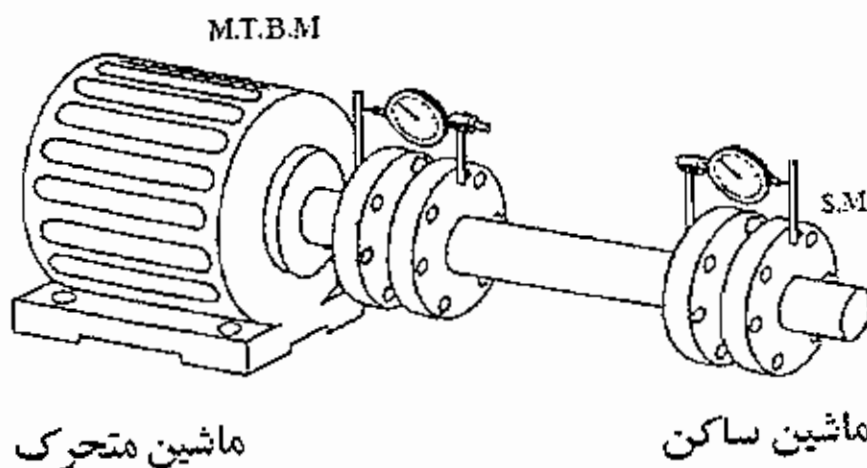
معمولاً برای حالتی که فاصله دو دستگاه زیاد است و از شفت های بلند جهت کوپله کردن آنها بهم دیگر استفاده می شود، استفاده می گردد. شکل ۲-۲۹

مزایا :

- ۱- برای حالتی که طول شفت خیلی زیاد است روش مناسبی است.
- ۲- دقت این روش تحت تاثیر *spool* با طول زیاد قرار نمی گیرد.

معایب :

- ۱- مواقعی که اسپول برداشته شود این روش کارآیی ندارد.
- ۲- دقت هندسی این روش از دیگر روش ها کمتر است.
- ۳- حرکت های محوری روی الاین تاثیر گذار است.
- ۴- وزن زیاد اسپول باعث عدم امکان هم محوری دقیق می شود.
- ۵- این روش فقط در حالتی که طول شفت خیلی بلند باشد کاربرد دارد در جاهای دیگر بکلی منسوخ می باشد.



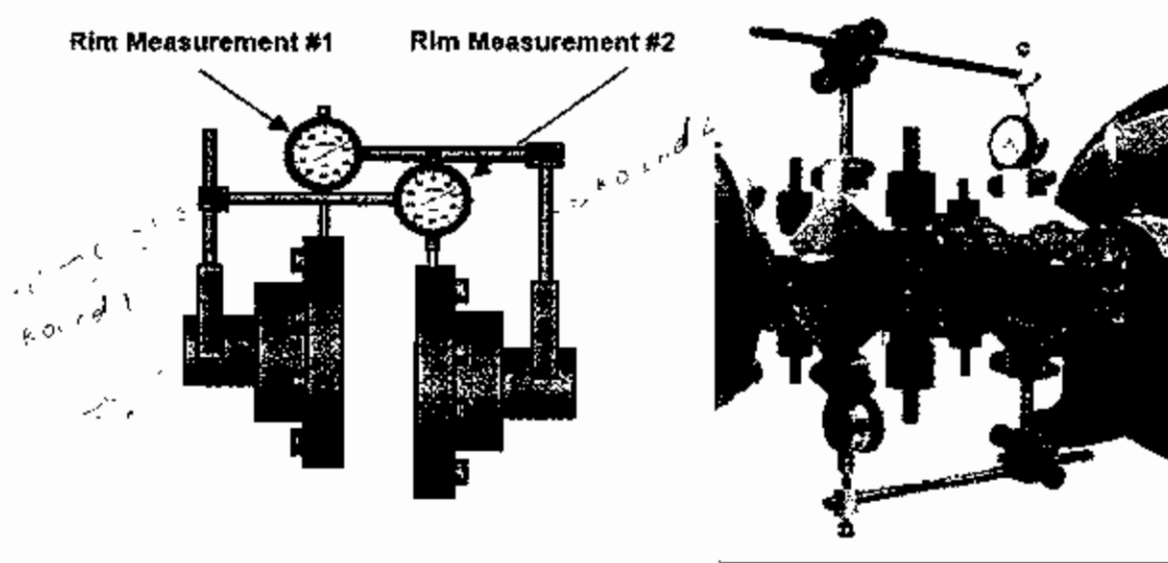
شکل ۲-۲۹ : نحوه قرار گیری گیج های اندازه گیری در روش Face-Face Distance

د: روش Reverse

این روش اغلب در کاربردهای صنعتی بر دیگر روش ها ترجیح داده می شود. و روش کار بدین صورت است ۲ ساعت اندازه گیر روی لبه هاب ها بسته می شود و پایه آنها روی محور هاب دیگر

قرار داده می شوند. در صفحه قائم یا افقی ابتدا هر دو ساعات روی صفر تنظیم می شوند و بعد از دوران هر دو محور به اندازه ۱۸۰ درجه مقادیر انحرافات امتداد محورهای نسبت به همدیگر اندازه گیری خواهد شد. (شکل ۲-۳۰) البته برای راحتی خواندن اندازه ها و راحتی چرخش اکثراً یکی از گیج ها روی لبه بالایی و دیگری روی لبه پایینی مانند شکل دست راست قرار داده می شوند. مزایای این روش :

- ۱- چون هر دو شفت با همدیگر می چرخند خارج از محور بودن کوپلینگ ها و ناصافی سطوح از دقت کار نمی کاهد.
- ۲- دقت الاین تحت تاثیر حرکت محوری شفت ها قرار نمی گیرید.
- ۳- این روش حتی بدون دیسکویله کردن دستگاه قابل انجام است.
- ۴- دقت هندسی بیشتر از روشهای دیگر است.



شکل ۲-۲۰: نحوه قرار گیری گیج های اندازه گیری در روش Reverse

- ۵- میزان خیر سیستم اهرم بندی ساعت اندازه گیری (Bracket Segment) خیلی راحت تر از حالت های دیگر بدست می آید.

معایب :

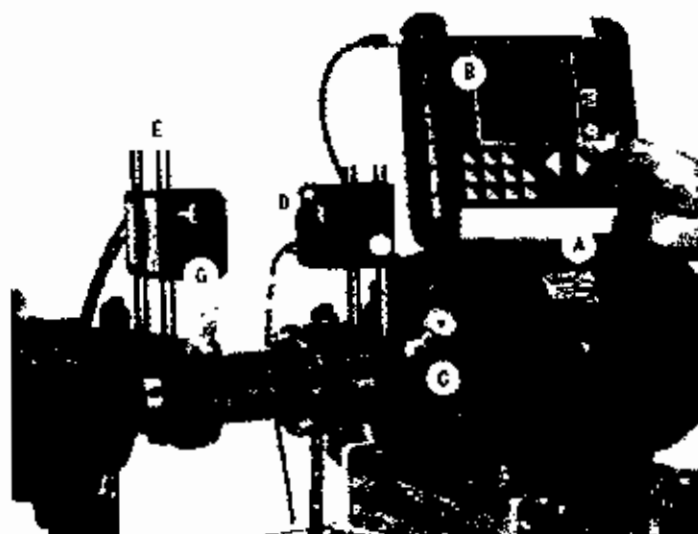
- ۱- این روش برای حالتی که فاصله کوپلینگ خیلی کم باشد دقت زیادی ندارد.
- ۲- در این روش هر دو شفت بایستی با همدیگر به چرخند و در حالتی که شفت نمی چرخد یا سخت می چرخد اصلاً این روش قابل استفاده نمی باشد.

۳- درجهایی که قطر کوبلینگ نسبت به فاصله بیشتر است این روش دقت کمتری نسبت به *Face-Round* دارد.

۴- اگر فاصله کوبلینگ خیلی زیاد باشد به دلیل خیز ناشی از وزن اهرم بندی، درصد خطای روش افزایش پیدا می کند

و: روش نوری *Optic*

با پیدایش ماشین آلات دوار با سرعت بالا و تیرانس های محدودتر، هم محوری سازی به روش های ساعت اندازه گیری با تیرانس حدود 0.01 میلی متر و امکان وجود خیز سیستم اهرم بندی و تاثیر گذاشتن روی دقت روش، نیاز به روشهای جدیدتری در صنعت بوجود آمد. که روش نوری یکی از این روش ها می باشد. همانطور که در شکل ۲-۳۱ پیداست اجزاء یک سیستم لیزری شامل یک منبع نور لیزر (بوسیله یک دیود لیزری تامین می شود)، یک صفحه آشکارساز لیزری (که به پرتوهای لیزر حساس است و موقعیت کلیه نقاط آن صفحه برای کامپیوتر شناخته شده اند)، اتصال دهنده ها و سیستم کامپیوتری می باشد. منبع فرستنده لیزر توسط پایه های مخصوص روی یکی از دستگاهها نصب شده و صفحه آشکارساز روی دستگاه دیگر نصب می شود. و هر گونه اختلاف این محورها توسط کامپیوتر ثبت و پردازش می گردد و نتایج به شکل دستور العمل به اپراتور داده می شود. از این روش می توان برای چک کردن و تحت کنترل بودن مداوم الایمنت دستگاههای پر سرعت خیلی حساس همراه با یک سیستم هشدار دهنده و حتی خاموش کننده دستگاه در صورت عدم تنظیم خارج از برنامه استفاده نمود.



شکل ۲-۳۱ : نحوه قرار گیری تجهیزات اندازه گیری در روش لیزری

مزایا:

- ۱- عدم انحراف اشعه لیزر
- ۲- اندازه گیری و تبادل اطلاعات با کامپیوتر
- ۳- محاسبه تغییرات و جابجایی ها توسط نرم افزار و نمایش آنها
- ۴- قابلیت استفاده برای فواصل کم و زیاد
- ۵- سرعت و دقت بالا و سهولت کار
- ۶- عدم نیاز به جدا کردن کوپلینگ

۲-۶-۲ ملزومات قبل از هم محوری:

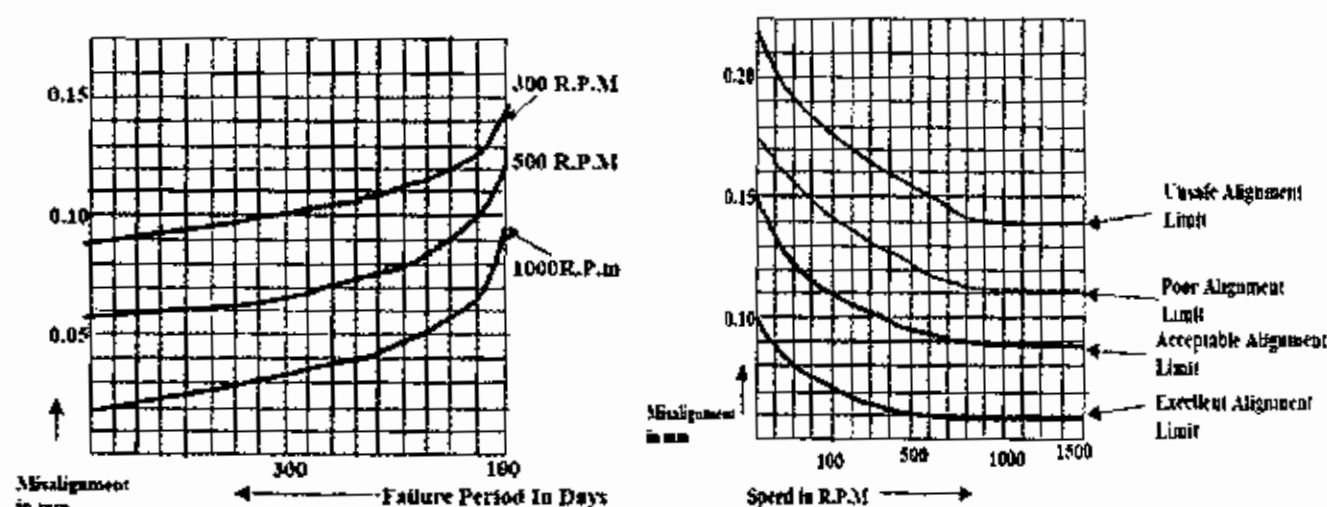
- قبل از الایمنت جهت جلوگیری از مسائل و مشکلات بعدی و دوباره کاری ها مراحل زیر مورد بازرسی قرار گیرد.
- بررسی فنداسیون و تایید شدن حالت *Leveling* دستگاه
 - بررسی شاسی دستگاه از لحاظ داشتن صلیبیت، عدم پیچیدگی، مسطح بودن نشیمن گاهها، پر بودن زیر شاسی توسط گروت.
 - بررسی سیستم های لوله کشی و تحت تنش نبودن دستگاه توسط اتصالات لوله کشی بوسیله اندازه گیری انحرافات فلنج ها هنگام باز و بسته کردن *Stude Bolt* های فلنج ها.
 - تمیز بودن سطوح محل قراگیری شیم ها بین شاسی و دستگاه.
 - بررسی امکان جابجایی دستگاه در صفحات افقی و قائم.
 - استفاده و فراهم نمودن شیم های استنلس استیل مقاوم در برابر خوردگی در ضخامت های متفاوت.
 - استفاده از ابزار آلات مناسب و کالیبره شده، (انواع ساعت های اندازه گیر، پایه ساعت، ترک متر، میکرومتر داخلی و خارجی، ابزارهای شیم بری، آچارهای مناسب، ماشین حساب، فیکچر و نگهدارنده مناسب ساعت ها)
 - ساعت های اندازه گیری از لحاظ سالم بودن چک شوند.
 - چک کردن میزان خیز سیستم اهرم بندی (*Brackt Sagment*) ساعت اندازه گیری. اینکار معمولاً بوسیله لوله صلب کاملاً صاف و اندازه گیری انحراف در موقعیت ساعت ۶ نسبت به ساعت ۱۲ انجام می پذیرد.

- چک کردن وضعیت محورها و کوپلینگ ها از لحاظ خمیدگی و انحرافات بیش از حد.
- چک نمودن لقی پایه ها (Soft Foot)
- بررسی شرایط عمومی دستگاه و براساس تolerانس خواسته شده روش هم محور سازی مناسب انتخاب شود، در جدول ۲-۵ میزان تolerانس ها براساس دور برای ماشین های دوار آورده شده اند.

جدول ۲-۵: تolerانس های پیش نهادی برای هم محور سازی

سرعت دورانی (RPM)	میزان تolerانس عدم هم راستایی (افست محوری) (mm)	میزان تolerانس عدم موازی بودن سطوح هاب ها (فاصله به ازای mm ۱۰۰ قطر هاب) (mm)	تولانس لقی فاصله Spacer در هر mm ۱۰۰ طول (mm)
	قابل عالی	قابل قبول عالی	قابل قبول عالی
< ۷۵۰	۰,۱۹	۰,۰۹	۰,۱۳
۷۵۰ - ۱۵۰۰	۰,۰۹	۰,۰۶	۰,۰۷
۱۵۰۰ - ۳۰۰۰	۰,۰۶	۰,۰۳	۰,۰۴
۳۰۰۰ - ۷۲۰۰	۰,۰۳	۰,۰۲	۰,۰۳
۳۰۰۰			

در شکل ۲-۳ محدوده تolerانس هایی الامنت عالی، قابل قبول، ضعیف و نا ایمن براساس دور ماشین در نمودار دست راست و دوره های خرابی ماشین براساس میزان ناهم محوری و دور در نمودار دست چپ آمده اند.



شکل ۲-۳۲: نمودارهای تکرانس و دوره های خرابی ماشین

۲-۶-۲ لقی پایه: (Soft Foot)

هنگامی که یکی یا قسمتی از پایه های دستگاه کاملاً روی *Base Plate* قرار نگیرد، اصطلاحاً گویند دستگاه لقی پایه (*Soft Foot*) دارد. لقی پایه بصورت یکی از حالات مواری بودن سطوح، زاویه دار بودن سطوح، پیچیدگی سطوح و تحریک شده (حالت فنری داشتن) یا ترکیبی از آنها میتواند در سیستم ظاهر شود.

مسائلی همچون کوتاه بلند بودن پایه ها، ناصاف بودن شاسی، پوشیدگی، کثافات و گردوغبار، تمیر نبودن شیمزها، زیاد بودن تعداد آنها و حالت فنری داشتن و جوشکاری روی پایه دستگاه می توانند باعث بوجود آمدن لقی پایه شوند. لقی پایه ها می تواند باعث بوجود آمدن عوامل مضرى همچون تغییر شکل و شکسته شدن پایه ها، خمیدگی شفت در اثر پیچیدگی، به هم خوردن *Center Line* بلبرینگ ها و خرابی زود رس یاتاقان ها، ارتعاش دستگاه، به هم خوردن فاصله هوایی بین روتور و استاتور و تاثیر روی بازده، به هم خوردن هم محوری بعد از هر بار باز و بسته نمودن اسپیسر، شوند. لقی پایه ها را می توان با استفاده از ساعت اندازه گیری و باز و بسته کردن نوبتی پیچ های اتصال دهنده به شای و اندازه گیری فاصله زیر پایه ها توسط فیلراندازه گیری نمود و با جایگذاری شیم مناسب اثر آن را کم یا بر طرف نمود. در غیر این صورت مراتب به کارفرما جهت هر گونه تصمیم ارجاع داده شود.

۲-۶-۴ شرح روشهای مرسوم هم محورسازی :

با توجه به پرکاربردتر بودن روشهای *Face-Round* و *Reverse* در این قسمت بیشتر در مورد آنها بحث خواهد شد. اساس کلیه روشهای هم محورسازی بدین طریق است که ابتدا موقعیت یک خط در صفحه معلوم می گردد. و انحرافات دیگر نقاط نسبت به آن خط اندازه گرفته می شوند و این انحرافات را به صفر خواهند رساند. این کار در دو صفحه قائم و افقی بصورت مستقل و جداگانه انجام خواهد شد. و چندین بار چک و تکرار می گردد که این اختلافات به صفر میل کنند. از ۲ طریق می توان موقعیت یک خط در صعه را بدست آورد.

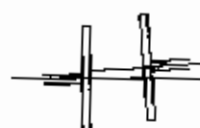
الف) یک نقطه و زاویه آن با محور افقی (اساس روش *Face-Round*)

ب) دو نقطه معلوم (اساس روش *Reverse*)

معمولاً محور شفت پمپ (عامل) بعنوان مرجع در نظر گرفته می شود و کلیه تغییرات و جابجایی ها روی الکتروموتور انجام می پذیرد. در فرائت ساعت باید به جهت چرخش عقربه دقت شود. چون ممکن است عقربه یک دور کامل که معادل یک میلیمتر است را چرخش نماید. تعداد دورهای عقربه بزرگ توسط یک عقربه کوچک نشان داده می شود. جهت مثبت عقربه با چرخش در جهت ساعتگرد می باشد که با تورفتن سوزن ساعت همراه می باشد و جهت منفی برعکس خواهد بود. معمولاً ساعت ها به دو صورت روی هاب شفت ها بسته می شوند، حالت محوری (*Face*) که برای اندازه گیری تغییرات فاصله عمودی بین دو صفحه هاب (زاویه ای) و حالت شعاعی (*Rim or Round*) که برای اندازه گیری تغییرات ارتفاعی محورهای شفت ها نسبت به همدیگر (افست). در روش *Face-Round* یکی از ساعت ها محوری و یکی دیگر شعاعی بسته خواهد شد. در روش *Reverse* هر دو ساعت شعاعی بسته می شوند.

اندازه گیری های افست و زاویه ای در دو صفحه عمودی (محل ساعت های ۶ و ۱۲) و افقی (محل ساعت های ۳ و ۹) بصورت جداگانه و مستقل انجام می پذیرد. در حالتی که عدد خوانده شده روی *Face* (محوری) منفی باشد دو هاب شکل ۸ و در حالت مثبت کل ۷ را به خود می گیرند. شکل ۲-۳۳

Figure 2-33: Face-Round



$F < 0, R < 0$



$F > 0, R < 0$



$F < 0, R > 0$



$F > 0, R > 0$

شکل ۲-۳۳: قرار گیری هاب ها نسبت به هم در روش *Face-Round*

در روش *Face-Round* همانطور در شکل ۲-۳۴ نشان داده شده است با توجه به عمود بودن هاب بر محور ها مقادیر جابجایی های پایه ها مطابق فرمول های ارائه شده می باشد. حالت جابجایی در صفحه افقی دقیقاً مشابه این شکل فقط در راستای راست و چپ خواند بود.

فرمول ها و روش اندازه گیری جابجایی های پایه ها در روش *Reverse* در شکل ۲-۳۵

نشان داده شده اند. در صفحه افقی روابط و حالات مشابه خواهند بود.

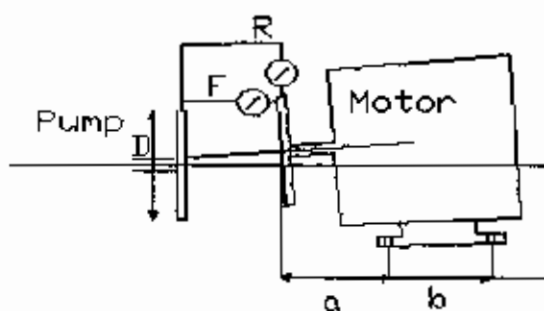
شکل های نشان داده شده برای حالت خاصی می باشند ولی فرمول ها کلی خواهند بود. با

در نظر گرفتن منفی یا مثبت بودن اعداد قرائت شده در فرمولها.

باید دقت شود مقادیر *IB, OB* به ترتیب معرف جابجایی پایه جلو و عقب دستگاه متحرک

در هر دو روش و در صفحات افقی و قائم می باشد.

Face- Round



$$IB = IH + HB$$

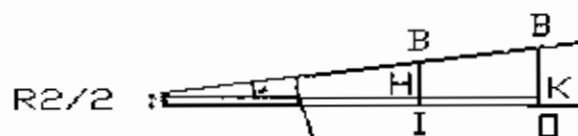
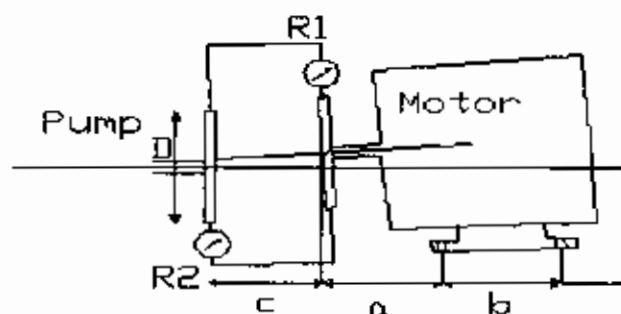
$$OB = OK + KB$$

$$IB = F/D (a) + R/2$$

$$OB = F/D (a+b) + R/2$$

شکل ۲-۳: اندازه گیری تغییرات در روش Face-Round

Reverse



$$IB = IH + HB$$

$$OB = OK + KB$$

$$IB = ((R1 - R2)/2C) * (a + c) + (R2)/2$$

$$OB = ((R1 - R2)/2C) * (a + b + c) + (R2)/2$$

شکل ۲-۳: اندازه گیری تغییرات در روش Reverse

۷-۲ متعلقات تجهیزات : (Equipment Accessory)

متعلقات تجهیزات بصورت کلی به دو دسته داخلی و خارجی باتوجه به موقعیت محل نصب نسبت به تجهیز تقسیم می شوند.

۷-۲-۱ متعلقات خارجی : (External Accessory)

معمولاً برای بازدیدهای دروه ای ، بازو بسته کردن شیرهای متصل شده به تجهیزات استاتیکی ، و دسترسی به ورودی تجهیزات در ارتفاع (تاورها و برج ها) از یک سری پلنت فرم ، راه رو، نردبان، نرده وشبکه های کف (Handrail, Ladder, Walkway, Platform, Grating) استفاده می گردد. که به این مجموعه، متعلقات خارجی گفته می شود. همچنین دربعضی از پمپ ها و کمپرسورهای کوچک برای خنک کاری روغن آنها از کولرهای جهت خنک کاری استفاده می شود که جزء متعلقات خارجی محسوب می شوند. بعد از اتمام مراحل نصب و گروت کامل نصب این نوع سازه های فلزی طبق نقشه شروع خواهد شد. بایستی دقت شود درهر شرایطی (مغایرت و عدم نصب پذیری) مجاز نخواهیم بود ، روی تجهیزات تحت فشار عملیات کارگرم (برشکاری و جوشکاری) انجام دهیم. در مورد این نصب ها بایستی ترانس های متعلقات سازه های فلزی را بکار برد. در مواردی که برای نصب ازسوراخ های لوییایی (برای حبران انقباض و انبساط) استفاده شده است، بایستی پیچ و مهره آن محل تا حد انتهایی سفت گردد.

۷-۲-۲ متعلقات داخلی : (Internal Accessory)

به قطعاتی که در داخل تجهیزات نصب می شوند، متعلقات داخلی گفته می شود. این گونه موارد نصب معمولاً در تاورها (تیرهای اصلی ، ساپورت ها ، سینی ها پخش ، سینی های جذب) و همزنها (قطعات شفت و پروانه) بصورت عمده دیده می شوند.

نصب داخلی تاورها بایستی طبق دستورالعمل شرکت سازنده انجام پذیرد. و بصورت رعایت کامل توالی کار رعایت شود. بایستی در رعایت دستورالعمل ، ترتیب کار ونقشه های نصب کاملاً دقت شود زیرا هر گونه اشتباه مستلزم خسارات عمده ای از لحاظ نیروی کاری وزمان خواهد بود. معمولاً درهر مرحله بایستی ناظر QC قطعات داخلی را طبق چک لیست قطعات و ایتم های

بازرسی چک نماید، و دستور کار برای مرحله بعدی صادر شود. درمورد کار در داخل تاورها بایستی کاملاً نکات ایمنی رعایت گردد و حتماً از فن و دمنده ها برای جریان هوا استفاده شود. همچنین با توجه به حساس بودن بار و موقعیت افراد (زیر بار)، بایستی بصورت رورانه وضعیت قلاب، وایرها و دستگاه جرثقیل (وینچ) چک گردد.

۸-۲ انواع گروت:

معمولاً در نصب تجهیزات واحدهای فرایندی و صنعتی از سه نوع گروت $G1$ ، $G2$ ، $G3$ استفاده می شود. در زیر بطور خلاصه این نوع گروت های شرح داده می شوند.

۸-۲-۱ گروت $G1$:

این نوع گروت همان بتن معمولی یا ملات سیمان خواهد بود، که در گروت ریزی ها معمولاً برای پر کردن فضای خالی شاسی ها (بعداز گروت اصلی) یا شیب بندی فضای داخل *Skirt* (تجهیزات استاتیک قائم)، جهت سنگین کردن شاسی و جلوگیری از جمع شدن آب باران و غیره استفاده می شود.

۸-۲-۲ گروت $G2$:

این گروت به اسم های *Non-Shrink* یا پایه سیمانی (*Cement-Base*) نیز شناخته می شوند. این گروت ها از ترکیب سیمان، ماسه و مواد افزودنی دیگر جهت بالا بردن خواص مکانیکی و فیزیکی ساخته می شوند. از مزایای این نوع گروت می توان موارد ذیل را بر شمرد.

- ارزان بودن - عدم نیاز به ابزار خاص جهت استفاده

- نداشتن تاریخ انقضاء - آماده شدن راحتتر

- عدم مهارت خیلی خاص برای استفاده

معمولاً از این گروت ها در اکثر تجهیزات استاتیکی (مگر اینکه از طرف سازنده نوع دیگری تعیین شده باشد) و تجهیزات روتاری دور پایین که مسئله ارتعاش و اختلاف درجه حرارت و

نیروهای دینامیکی زیاد مورد توجه نیستند و همچنین بعنوان پر کننده استفاده می شود. همچنین از معایب آنها می توان موارد ذیل را نام برد.

- چسبندگی کمتر نسبت به $G3$
- وجود تخلخل و قابل رسوخ بودن
- پایین بودن سیالیت و عدم توانایی پر کردن فضای های کوچک
- احتمال پوسته پوسته شدن و عمر کمتر
- ضریب انقباض بیشتر نسبت به $G3$ و احتمال جدا شدن از شاسی و *Base Plate*
- در مقابل اسید و حملات شیمیایی پایداری کمتری دارد.

البته نوع گروت مورد استفاده توسط سازندگان تجهیزات تعیین و در نقشه ها ذکر خواهد شد. روش آماده سازی این نوع گروت بدین شکل می باشد که یک بسته ۲۵ کیلو گرمی را با ۴ لیتر آب شیرین با دمای ۲۰-۵ درجه سانتی گراد مخلوط می کنند و با همزن مناسب مخلوط را تا بدست آمدن حالت یکنواخت هم می زنند.

بهترین دما برای گروت ریزی بین $5^{\circ}C$ تا $20^{\circ}C$ می باشد در صورت عدم دسترسی به این بازه دمایی بوسیله اعمالی مثل هیتر یا یخ بایستی دمای مورد نظر ایجاد شود. درمورد گروت ریزی پایه سیمانی ($G2$) بایستی بعد از تمیزکاری سطح فنداسیون از ساعتی قبل از گروت ریزی توسط آب خیسانده شود (*Water Soaking*) ولی دقت گردد موقع گروت ریزی آب سطح فنداسیون تخلیه شود.

همچنین بعد از گروت ریزی و سفت شدن اولیه سطح گروت باید تا ۴۸ ساعت مرطوب نگه داشته شود و در جاهای خشک بهتر است از پوشش هایی که آب را می توانند در خود نگه دارند استفاده نمود (مثل گونی های کنفی)

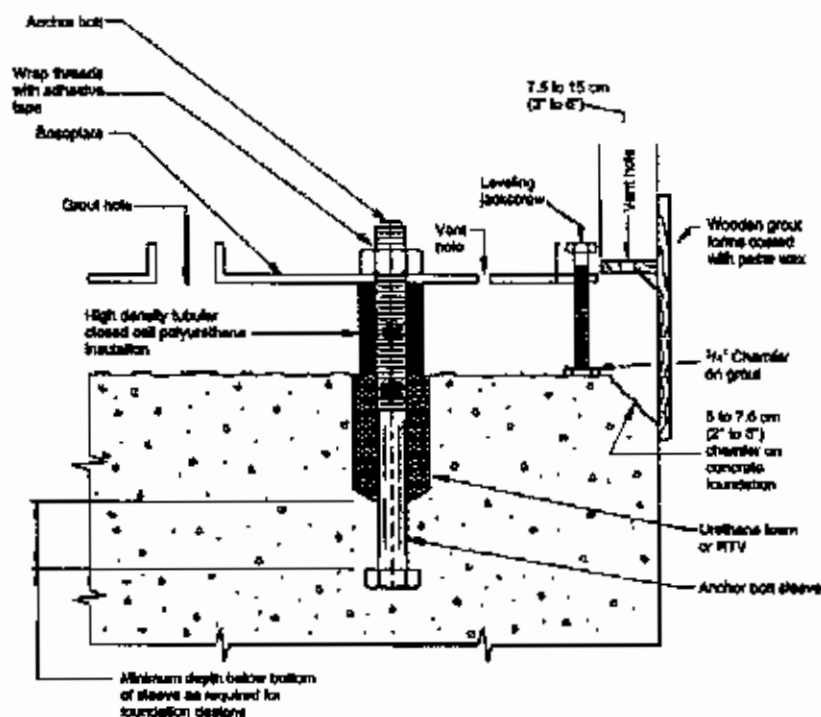
۲-۸-۳ گروت $G3$:

این نوع گروت بیشتر به اسم گروت اپوکسی مشهور است و معمولاً بصورت ۳ جزئی (رزین یا پایه، عامل سفت کننده (هاردنر) و ماده پر کننده (پودر)) در بازار موجود می باشد و دستورالعمل مصرف آنها توسط سازندگان و تهیه کنندگان این متریال ها به مجری ها اعلام می شود. از مزایای این نوع گروت می توان به موارد ذیل اشاره نمود:

- چسبندگی خیلی خوب (به بتن و فلز)
- سیالیت زیاد و خاصیت پر کنندگی بالا
- ضریب انقباض پایین
- عاری از منفذ و خلل و غیر قابل نفوذاند
- طول عمر و دوام خیلی زیاد
- خشک شدن سریع اشاره نمود
- همچنین از معایب آنها می توان به موارد ذیل را برشمرد:
- قیمت بالا
- فاسد شدن (در حالت متریال)
- در حین استفاده نیاز به احتیاط و تخصص و پیش بینی دارد.
- نیاز به ابزارهای خاص و مهارت دارند
- با توجه به شیمیایی بودن این مواد در طول زمان مخلوط کردن، بارگیری و غیره باید حداقل احتیاط های زیر رعایت شود.
- سند های اطلاعات ایمنی این مواد مطالعه و خطرات احتمالی به پرسنل در گیر گوشزد شود.
- افرادی که گروت را مخلوط می کنند باید از عینک ، محافظ صورت و پیش بند استفاده کنند.
- افرادی که در کار ریختن گروت هستند حتما از دستکش استفاده کنند.
- کسانی که در معرض گرد و خاک بود در هنگام ریختن و اختلاط می باشند باید از ماسک یا دهان بند طبی مناسب استفاده کنند.
- آب و صابون برای شستن دست دوره ای موجود باشد.
- بعضی از گروت ها در معرض واکنش های گرما زای قوی قرار دارند و امکان سوختگی های حرارتی وجود دارد، بنابراین در این زمینه احتیاط زیادی بعمل آید.
- ریختن گروت تنها بخش کوچکی از عملیات گروت ماشین آلات می باشد و قسمت عمده آن مربوط به آماده سازی سطح و قدمات کار می باشد. که تفاوت اعمال این کارها می تواند بر طول عمر گروت شدیداً مؤثر باشد
- قبل از بکار بردن گروت باید موارد زیر در مورد آماده سازی فنداسیون و قالب بندی رعایت گردد.
- در حالتی که گروت اپوکسی در سطح بزرگی احرا می شود برای جلوگیری از ترک برداشتن مخصوصاً در حالتی که اختلاف درجه حرارت دستگاه و گروت بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد باشد باید در فواصل ۱،۴ الی ۲،۸ متر در سطح از جوینت های انبساطی استفاده شود. جوینت انبساطی از لایه ای با عرض 15-25mm از مواد رابر فومی متناسب با گروت که وسیله چسبهای سیلیکونی بافنداسیون آب بند می شوندف ایجاد می گردند.

- خشک شدن فنداسیون قبل گروت چک شود، فنداسیون باید از ۷ روز قبل از گروت ریزی خشک شود. و هرگز گروت اپوکسی در محیط های نمناک و خیس اجرا نشود.
- از سالم بودن و عمود بودن انکر بولت ها مطمئن شوید.
- یک کاور مناسب محافظ در برابر آب و هوا تهیه شود. باد بارانف آفتاب و دمای محیط شدیداً بر کیفیت گروت موثر می باشند. در هوای گرم سطح فنداسیون زیر سایه بان نگه داشته شود تا اینکه از تابش آفتاب و رطوبت و باران محافظت شود و در هوای سرد دمای سطح فنداسیون بوسیله منبع حرارتی مناسب به بالای ۱۸ درجه سانتی گراد از ۸ ساعت قبل آورده شود.
- هرگونه آلودگی و زنگ زدگی از قبل از سطح در تماس شاسی با صفحات نشیمن گاه با گروت زدوده شود.
- همه سوراخ های متفرقه و سوراخ های پیچی صفحه نشیمن گاه توسط گریس یا واکس نرم پر شوند. دقت شود واکس یا گریس با سطح شاسی یا فنداسیون تماس و برخورد نکند.
- چک شود همه مراحل نصب از قبیل *Centring, Leveling, Precoupling Alignment* قبلاً انجام شده و تحویل ناظران کارفرما داده شده اند.
- چک شود سوراخ های گروت ریزی و تهیه شاسی در دست رس باشند.
- مطمئن شوید که شاسی کاملاً سالم و حوش های آن ناپیوستگی و ترک نداشته باشد.
- مواد قالب بندی باید از موادی ساخته شوند که مقاومت مناسب و صلیبت کافی داشته باشند.
- قالب ها باید به فنداسیون یا سطح زیر سازی شده اصلی سایت متصل شوند.
- سطح داخلی قالب و در تماس با مواد گروت باید با یک ماده مناسب مثل واکس یا گریس جهت راحت جداسدن از گروت پوشش داده شوند.
- منافذ قالب باید کاملاً با مواد مناسب مثل رابر سیلیکون *RTV* آب بندی شود. زیرا مواد گروت اپوکسی از حلت خود سفت شوندگی در حلت چکه برخوردار نمی باشند و در صورت چکه و نشتی روی سطح فرورفتگی ایجاد می شود.
- لبه های افقی قالب باید طوری ساخته شود که روی گروت نهایی یک پخ 25mm با زاویه ۴۵ درجه شکل گیرد. در صورتی این پخ در نظر گرفته نشود کار روی گروت خشک شده خیلی مشکل خواهد بود.
- نمونه ای از یک قالب گروت ریزی در شکل ۲-۳۶ نشان داده شده است. مطمئن شوید که دمای سطح فنداسیونو سطح فلزات در رنج ۱۸-۳۲ دجه سانتی گراد است.

- از تمیزی، خشک و در ظرف های در بسته بودن و دمای مواد گروت حدود ۲۱ درجه سانتی گراد در ۴۸ ساعت گذشته اطمینان حاصل کنید.
- دقت کنید به میزان کافی با ۱۵-۲۵ درصد اضافه متریال گروت در سایت موجود باشد.
- مطمئن شوید که ابزار آلات تمیز، مخلوط کن و و سائل ایمنی مناسب در سایت موجود باشد.
- قبل از گروت ریزی فضای بین اسلیف و انکر بولت توسط یک ماده شکل پذیر فومی جهت دادن آزادی حرکت به انکر بولت پر شود. و رزوه های آن توسط باند مناسب پوشانده شوند.
- مگر اینکه موارد دیگری ذکر شده باشد و گرنه بهتر است پمپ و دستگاهای دیگر از روی شاسی و پلیت نگهدارنده برداشته شود. این کار باعث می شود که راه دست رسی برای گروت ریزی بیشتر شود، نقاط تخلیه راحت تر چک شوند، تمیز کاری شاسی راحت تر است و تمیز کاری دستگاه مورد نیاز نیست.



شکل ۲-۳۶: نمونه ای از قالب بندی برای گروت

- معمولاً یکروز قبل از گروت ریزی باید جلسه ای بدین منظور تشکیل گردد که در آن جلسه روی روش کار، نوع گروت، وجود متریال و مسئولیت توافق شود. در این جلسه باید نماینده فنی شرکت سازنده گروت، نماینده طراح ماشین، هماهنگ کننده کارفرما، سوپروایزر گروت ریزی و افسر HSE حضور داشته باشند. برای ماشین آلات مشابه معمولاً یک جلسه تشکیل می گردد. در جلسه باید پیش آمدهای اتفاقی نیز بررسی شود (مثل کار در زیر باران و شرایط نامساعد جوی).
- گروت ریزی در صورتی شروع می شود باید پیوسته بدون وقفه ادامه پیدا کند.

- در مورد اختلاط و ریختن گروت باید موارد زیر رعایت گردد
- مواد گروت (رزین ، هاردنر و پودر) بصورت واحد جزئی مصرف و مخلوط نشود.
 - ابتدا رزین و هاردنر با دور ۲۰۰-۲۵۰ RPM با همدیگر طبق زمان سفرش شده سازنده مخلوط شوند. در این زمان دقت شود که کمتر هوا با مواد قاطی گردد.
 - پودر به مخلوط رزین و هاردنر به آرامی اضافه شود. و گروت در این مرحله در یک میکسچر دور پایین (۱۵-۲۰ RPM) بطور کامل مخلوط شوند تا یک مخلوط همگن بدست آید.
 - بعد از همزدن مخلوط به مدت ۵ - ۱۰ دقیقه نگه داشته می شود، که حباب های هوای محبوس شده در مخلوط از گروت خارج گردند، تا بعداً باعث بوجود آمدن تخلخل و حباب در سطح گروت نشود
 - با توجه به سیالیت و چسبندگی خیلی زیاد این گروت در هنگام ریختن داخل قالب بایستی حتماً از یک جهت (در جهت عرض دستگاه بعد کوچکتر) ریخته شود. تا جریان بصورت لامینار داخل قالب را پر کند و ازتوی هم رفتن جریانها و احتمالاً باقی ماندن فضای خالی جلوگیری بعمل آید
 - هرگز برای کمک به جریان گروت گروت را مرتعش نکنید چون این کار باعث جدا شدن پودر از رزین می شود. بصورت محدود از وسایل هل دهنده برای پخش گروت استفاده شود.
 - بصورت پیوسته و مداوم چکه کردن و نشی قالب را چک کنید.
 - حباب هایی را که از روی سطح گروت خارج می شوند را مب توان بوسیله یک اسپری سبک سطحی خلال تمیز کاری سازنده گروت برطرف نمود.
 - اگر لازم شد سطح نهایی گروت ماله کشی شود تا یک سطح غیر لیز (غیر صیقلی) بوجود آید.
 - البته این کار را می توان بوسیله استفاده از خلال گروت نیز انجام داد که باید دقت شود بحلال با سطح گروت قاطی نشود.
 - بعد از گروت ریزی موارد زیر رعایت گردد.
 - معمولاً گروت بعد از ۳ روز خشک خواهد شد و می توان قالب ها و جک بولت ها را برداشت.
 - ولی باید از مقاومت و سختی آن مطمئن شد.

- نرمی و انعطاف پذیری گروت بوسله گیج اندیکاتور چک شود. پایه گیج را به فنداسیون وصل نموده و شاخص روی شاسی باشد و به ترتیب مهره های انکر بولت سفت می شود در هر حالت نباید عقربه بیشتر از ۲۰ میکرومتر را نشان دهد.

- بعد از خشک شدن گروت جوینت های انبساطی توسط آب بند ها (لاستیک اپوکسی یا لاستیک مایع یا رابر سیلیکون RTV) پر شود.

- بعد از خشک شدن کامل گروت باید از وجود حفره خالی در زیر شاسی اطمینان حاصل نمود. بوسیله ضربه زدن صدای تپ تپ صلب برای محل های پر و صدای تپلی مانند نشان دهنده حفره می باشد. محل های حفره بدقت شانه گذاری گردد.

- در محل حفره در انتها ها ۲ سوراخ ۱/۸ اینچ در انتها های حفره ایجاد شود (برای گروت و تخلیه). گروت بوسیله یک گان مناسب بداخل حفره پمپ شود تا از سوراخ تخلیه گروت بیرون زده شود. در پر کردن دقت شود دو سوراخ حتما به همدیگر راه داشته باشند که این کار را می توان با دمیدن هوا قبل کار چک نمود.

- هرگونه گروت اضافی از روی سطوح تجهیزات و فنداسیون بوسیله حلال تایید شده شرکت سازنده برداشته شود.

البته برای اطلاعات بیشتر از خواص شیمیایی، مکانیکی، ترکیبات و قیمت بایستی از کاتالوگ و سایت های اینترنتی سازندگان استفاده نمود. (در ایران نمایندگی های شرکت های Fosroc، Degusa از معروفترین تامین کننده گان این نوع متریال ها می باشند).

۲-۹ نصب پکیج : (Package Installation)

از پکیج های معروف در واحد های صنعتی می توان بویلر ها (شامل *Water & Steam*، *Dram*، تیوب ها، دمنده ها، *Duct* ها، اکونوما یزر، *Stack* ...)، واحد نیتروژن (شامل *Colol Box*، چیلرها، *Air Purification*، مخازن ذخیره، پمپ های روغن، کولرها)، واحد هوای فشرده (کمپرسور، فیلترها، کولر میانی، کولر روغن، موتور، گیر بکس، مخازن ذخیره هوا، پمپ های روغن، مخازن جذب آب ...)، واحد آب شیرین شامل (درام اصلی، پمپ ها، کولرها، ترمو کمپرسور، انواع اجکتورها، سازه فلزی، فیلترها ...) و کولرهای هوا خنک *Air Fin cooler*

(شامل ساز فلزی، تیوب بندل، کاورهای تیوب بندل، شفت، الکتروموتور، پولی ها، پره ها ...) و غیره را نام برد.

کلیه مراحل نصب تک تک اجزاء مشابه به نصب دیگر تجهیزات ثابت و روتاری می باشد. با این تفاوت بایستی کلیه دستور العمل های نصب کارفرما و شرکت های سازنده را به صورت کامل رعایت نمود. همچنین بایستی توالی نصب نیز رعایت گردد. در حالتی که نیاز به مونتاژ قطعات روی همدیگر می باشد بایستی مراحل بازرسی و تحویل هر کدام در زمان های مشخص انجام شود تا از اتلاف وقت و دوباره کاری جلوگیری شود. معمولاً نصب *Duct* و لوله کشی داخلی پکیج ها نیز توسط گروه های مکانیکال نصب انجام می شود، که در این حالات بایستی از نیروهای ماهر آشنا به این نوع کارها استفاده گردد.

۲-۱-۲ عملیات خاص در نصب تجهیزات :

۲-۱-۲-۱ نگهداری تا مرحله بهره برداری : (*Preservation*)

بعد از اتمام کلیه کارهای نصب تجهیزات ظریف (روتاری و پکیج ها) بایستی از تجهیز تا مرحله بهره برداری و خارج شدن سایت از حالت ساختمانی به طور مناسب، جهت جلوگیری از نفوذ گرد و خاک، آتشغال و صدمه دیدن متعلقات ابزار دقیق و باسرفت قطعات و کم شدن آنها نگهداری به عمل آید. به مجموعه این عملیات اصطلاحاً *Preservation* گویند. و بایستی در فرمت های خاصی از نتایج بازدید های دوره ای به کارفرما گزارش داده شود. (حالت چک لیست). معمولاً اطراف پکیج ها و تجهیزات خاص را فنس کشی نموده و از شیفت های نگهبانی ۲۴ ساعته استفاده می شود. و برای جلوگیری از نفوذ گرد و خاک معمولاً تجهیزات را با چادرهای برزنتی پوشش می دهند.

۲-۱-۲-۲ تمیز کاری داخلی : (*Internal Cleaning*)

معمولاً در تحویل های نهایی بایستی داخل *Tower, Vessel, Dram* ها کاملاً از هر گونه ماده خارجی رده شده شوند و سطح آن تمیز گردد و من هول این تجهیزات با گسکت و پیچ و مهره های دایمی بسته شوند. به این کار ها *Box up* یا *Internal Cleaning* گویند. به علت اینکه در داخل

محیط های بسته این کار انجام می پذیرد، بایستی قبلاً کلیه مجوز های HSE اخذ گردد، و کلیه نکات HSE رعایت شود.

البته باتوجه به نظر سازنده و کار فرما و شرایط سرویس تجهیزات بعد از تمیز کاری امکان دارد عملیات دیگری همچون *Flushing* بوسیله هوا، *Steamout* و یا شیشو بوسیله اسید ضعیف نیز صورت گیرد که این عملیات نیز جزء تمیز کاری داخلی محسوب می شوند و ممکن است توسط نیرو های مکانیکال یا پیش راه اندازی طبق قرار داد انجام شود.

۲-۱-۳ تمیز کاری توسط گردش روغن: (*Oilflushing*)

معمولاً در تجهیزاتی مثل کمپرسورهای بزرگ، توربین ها، و پمپ های دور بالا که با سرعت های زیادی در چرخش اند، معمولاً برای روغن کاری و دفع حرارت از قطعات در حال چرخش از حجم زیادی روغن استفاده می شود و دمای روغن بشدت بالا می رود، بنابراین جهت روان کاری این تجهیزات سیستم هایی که شامل مخزن روغن، پمپ های روغن، فیلتر ها، لوله کشی، کولر هوایی، *Casing* بلیرینگ ها می شود، طراحی می گردد. بعد از نصب و اتصال این المان ها به همدیگر مخصوصاً جوشکاری لوله ها ناخالصی زیادی در سیستم روانکاری باقی خواهد ماند که شدیداً این ناخالصی ها می توانند در سیستم روانکاری مضرر باشند. برای از بین بردن این ناخالصی ها و خارج کردن مواد زائد از سیستم روانکاری، از روش *Oil Flushing* استفاده می شود.

Oil Flushing بایستی طبق دستورالعمل شرکت سازنده اجراء گردد. ولی معمولاً بدین ترتیب می باشد که مخزن روغن را پر از روغن کرده، محفظه های روغن الکتر و موتور، گیربکس، کمپر سور از مسیر گردش روغن خارج می شوند و برای گردش روغن در این نقاط از مسیر *Bypass* که بوسیله لوله های انعطاف پذیر موقت به محل های ورود و خروج روغن این محفظه ها اتصال داده شده اند، استفاده می شود. قسمت اصلی فیلتر از مسیر خارج خواهد شد. در نقاط مناسب مسیر، تجهیزاتی برای گرم و سرد کردن روغن (هیتر و کویل چرخش آب سرد) تعبیه خواهد شد. در قبل از مخزن نقطه ای که امکان تعوض آسان وجود داشته باشد، محلی برای نصب توری (*Mesh*) درسایز های مختلف در نظر گرفته می شود. قبل از انجام تست بایستی از اتصال کلیه فلنج ها و سفت بودن آنها اطمینان حاصل نمود. بعد از انجام این پیش زمینه ها پمپ

روغن جهت چرخش روغن در سیستم روشن خواهند شد و همزمان توسط هیتر روغن تا دمای ۱۰۰-۲۰۰ درجه سانتی گراد (نظر طراح) حرارت داده می شود. (به مدت ۱ ساعت) بعد از سیکل گرم کردن هیتر خاموش و روغن را در یک سیکل ۱ ساعتی تا دمای ۲۰-۰ سانتی گراد سرد می شود. این گرم و سرد نمودن ها برای استفاده از خاصیت انقباض و انبساط می باشد که کلیه ذرات خارجی از سطوح داخلی سیستم جدا شوند. و به اصطلاح ترک بردارند و بشکنند. در طول سیکل سرد و گرم نمودن، به سطوح لوله ها، سرچوش ها و اتصالات ضربه های کوچک زده می شود، که عمل جداشدن ذرات و ناخالصی ها تسریع یابد. بعد از هر سیکل گرم و سرد شدن توری یا فیلتر گذاشته شده بازرسی و تمیزکاری خواهد شد و یا همچنین احتمال دارد سایز آن تغییر داده شود. این عمل در مرحله اول بصورت پیوسته ۴۸-۲۴ ساعت طول خواهد کشید. بعد از آن روغن کاملاً تخلیه و مخزن اصلی نیز تمیز می شود. و *By pass* های قسمت های اصلی نیز بر داشته می شوند که کلیه محفظه بلبینگ ها و گیر بکس و غیره در مسیر چرخش روغن قرار گیرند. عملیات بار دیگر در یک سیکل ۴۸-۲۴ ساعته عیناً با دقت بیشتر و توری یا فیلتر سایز پایین تر تکرار خواهد شد.

فصل سوم:

نصب سازه های فلزی

Steel Stracuture Installation

مقدمه:

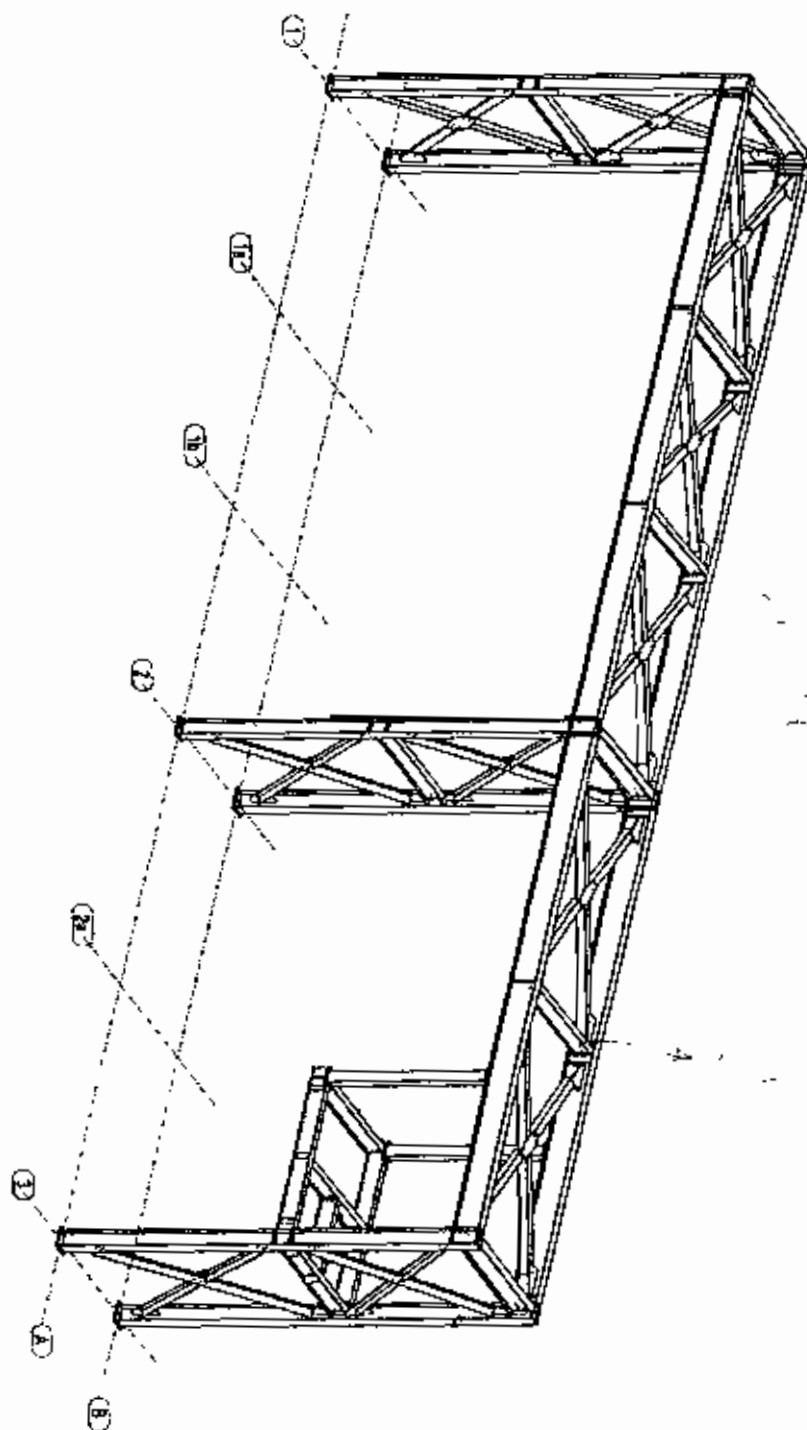
در پروژه ها و واحدهای صنعتی برای جایگذاری و نگه داشتن تجهیزات ، لوله کشی و ایجاد طبقات متفاوت برای فرایندهای خاص از حجم زیادی سازه های فلزی استفاده خواهد شد. اساساً نصب سازه های فلزی زیر مجموعه کارهای عمرانی می باشد ولی به علت حجم کار و تخصص خاص در سایت ها بعنوان یک بخش مجزا نیز با آن رفتار می شود و بعضاً زیرمجموعه پکیج مکانیکال قرار خواهد گرفت.

۳-۱ آماده سازی قبل نصب : (Preparation)

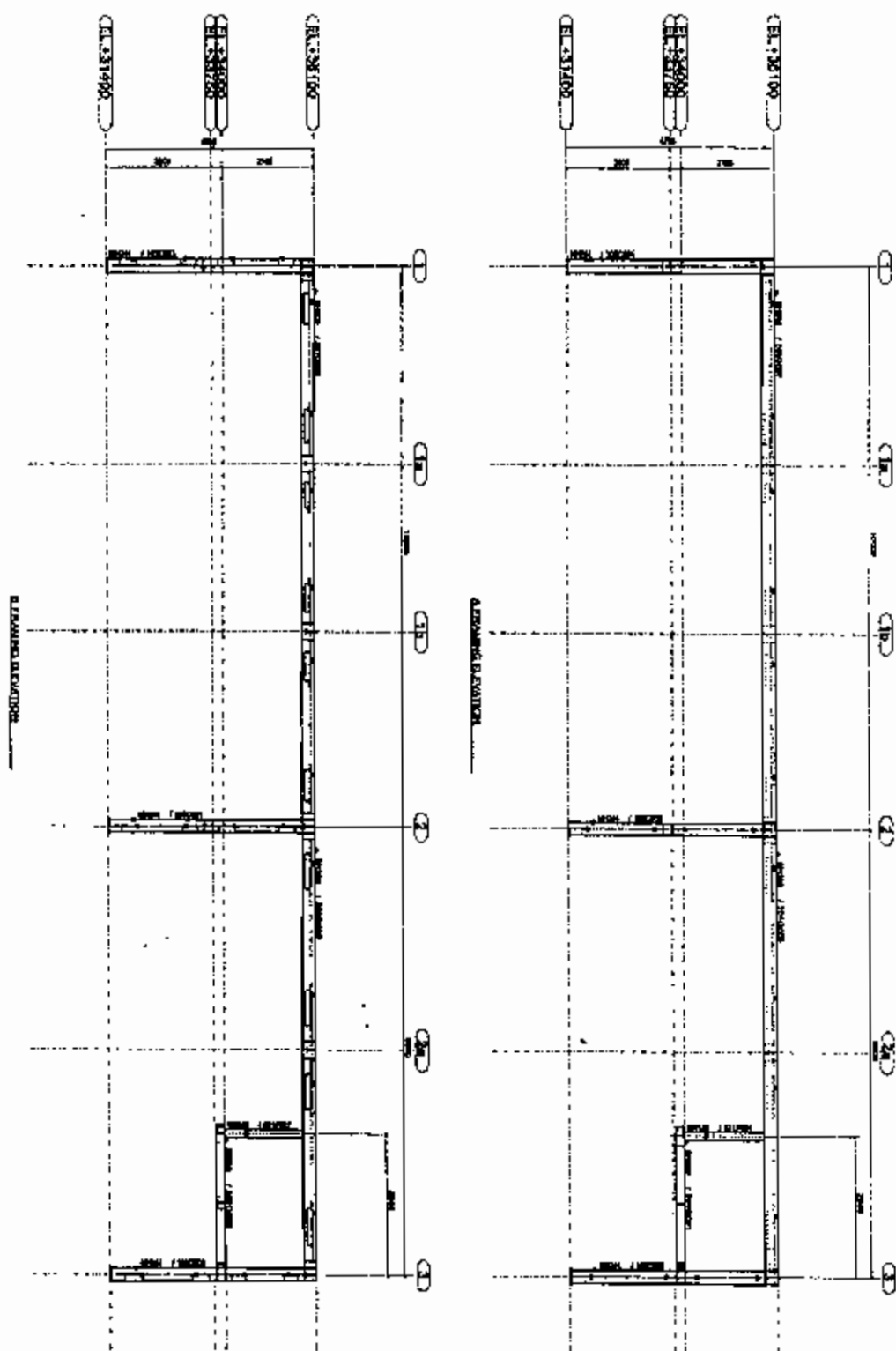
قبل از نصب بایستی فنداسیون از گروه سیویل تحویل گرفته شود. فنداسیون طبق ارتفاع ذکر شده در نقشه *Chipping* و پدینگ خواهد شد. سائز بد بر اساس ابعاد *Base Plate* ستون و تعداد آن بر اساس تعداد انکر بولت انتخاب خواهد شد. (۴ انکر یک پد، ۶ انکر ۲ پد، ۲ انکر ۱ پد و ۱ انکر ۲ یا ۱ پد) البته امکان دارد برای نصب از انکر بولت های دو مهرای بدون پدینگ هم استفاده شود.

بعد از اتمام پدینگ بایستی پدینگ تحت فرمت خاصی تحویل ناظران *QC* کار فرما داده شود، بعد از خشک شدن پد معمولاً ۲ الی ۳ روز فنداسیون آماده برای نصب ستون ها خواهد بود. همچنانکه می دانیم سازه های فلزی از قطعات زیادی المان های فلزی ساختمانی (تیر آهن ، نبشی ، ناودانی ، پلیت ، پیچ و مهره) تشکیل شده اند، قبل از نصب بایستی متریاال من ها اقدام به جمع آوری متریاال های مربوط به هر سازه فلزی (طبق کد و شماره و پکینگ لیست هایی که قبلاً تهیه شده) بنمایند.

لازم به ذکر است که متریال های یک سازه ممکن است در چندین بندل و پکیج بسته بندی شوند. بنابراین بایستی دقت شود همه متریال ها طبق اولویت کاری (در صورت عظیم بودن سازه) (ابتدا ستون ها سپس تیرهای اصلی



یک نمونه از نقشه ۳ بعدی سازه های فلزی



یک مثال از نقشه ارتفاعی سازه های فلزی

بعد فرعی و بریسینگ ها و غیره) به سایت حمل شوند و در محل مناسب در نزدیکترین محل نصب قرار داده شوند. در تخلیه متریال سازه بایستی دقت شود، راه های دست رسی و محل قرار گرفتن جرثقیل بسته نشود.

۲-۳ نصب : (Installation)

بعد از حمل متریال به سایت و تحویل پدینگ، ابتدا ستون ها نصب خواهند شد. قبل از نصب بایستی سطح فنداسیون را کاملاً تمیز و کارکرد انکربولیت ها چک شوند و در صورت نیاز رزوه آنها ترمیم گردد. بعد از رسیدن متریال به سایت بایستی قطعات از لحاظ ابعادی و آسیب دیدگی طبق نقشه *Shop Drawing* چک شوند. و در صورت آسیب دیدگی و مغایرت با نقشه بوسیله گروه تعمیرات و با نظارت ناظران کارفرما قطعات اصلاح و ترمیم گردند. در مورد هرگونه تعمیرات بایستی دفتر فنی در جریان امور قرار داده شود، که بتوان بعداً اضافه کاری ها را پی گیری نماید.

سوپروایزر نصب *St.Str* شاپ دراوینگ را چک نموده و قسمتهایی که امکان مونتاژ آن روی زمین وجود دارد، را مشخص می نماید و فوراً آنها را برای مونتاژ روی زمین توجیه می نماید. به نقشه هایی که برای سازه های فلزی تهیه می شوند و نشان دهنده کلیه جزییات همه قطعات و مقاطع مختلف از طبقات و ارتفاعات می باشند، شاپ دراوینگ گفته می شود. با توجه به حجم بودن این نقشه ها بصورت مجلد و کتابچه مانند تهیه می شوند. در شکل ۱-۳ و ۲-۳ به ترتیب نمای سه بعدی و یک مقطع ارتفاعی یک سازه نشان داده شده اند. این شکل ها صفحاتی از شاپ دراوینگ مربوطه می باشند.

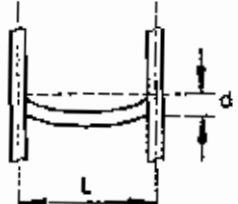
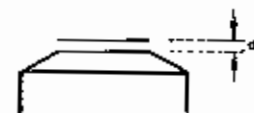
بایستی همه پیچ و مهره های مورد نیاز طبق نقشه از قبل تهیه گردد که هیچ گونه وقفه ای در کار ایجاد نگردد. قطعات مونتاژ شده نیز روی ستون ها یا تیر های اصلی نصب می شوند. و بدین صورت کار نصب پایان می یابد.

لازم بذکر است کار نصب *St.Str* با توجه به ارتفاع دار بودن محل نصب و عدم پایداری سطح و جانی قطعات و موجود نبودن هیچ گونه محافظی از مراحل اولیه کار، از پرخطرترین عملیات موجود در سایت واحدهای صنعتی می باشد. بنابراین بایستی حتماً و بصورت خیلی جدی

نکات HSE رعایت کردند. برای ارتفاع بیش از ۳ متر حتماً نصاب ها علاوه بر PPE های معمول ، از کمربند ایمنی (جلیقه ایمنی *Safety Belt or Vest*) استفاده نمایند. طبق استاندارد نصب St.Str در موقع نصب ستون ها بایستی از ۲ جرثقیل (یکی برای نصب و دیگری برای بلند کردن من باسکت جهت آزاد کرن وایر و شکل ها) استفاده شود. هم چنین موقعی نفرات نصاب برای نصب یا کارهای تکمیلی به بالای سازه ها می روند و در آن محل ها بایستی راه بروند و کار خاصی را انجام دهند، بایستی حتماً از قیل *Life Line* ها (وایرها با قطر کم 5 mm که توسط که توسط کرپی به بدنه سازه بسته خواهند شد، نصاب ها قلاب کمربند را در این وایرها می اندازند پس ترتیب هم آزادی عمل بیشتری پیدا میکنند و هم اینکه ایمنی افراد رعایت می گردد.) در مسیرهای معین و از پیش تعیین شده بسته شده باشند. همانگونه که از اسم این خطوط پیداست (خط زندگی) استفاده از این وسیله بی نهایت در جهت کاهش حوادث سقوط افراد در سایت ها موثر می باشد و به کرات دیده شده افرادی از این خطوط آویزان شده اند.

۳-۳ مراحل نصب : (Instillation Sequence)

بعد از مونتاژ و جا زدن قطعات در موقعیت های مشخص طبق نقشه، اولین کار بعدی شاغول کردن (*Alignment*) ستون ها خواهد بود. این کار معمولاً توسط جازدن گوه ها زیر *Base Plate* و شل و سفت کردن مهره انکربولت ها، کشیدن سر ستون ها توسط تیفور، یا در صورت مغایرت خیلی زیاد با اطلاع ناظران کارفرما بوسیله گشاد کردن سوراخ های *Base Plate* یا لوبیایی کردن سوراخهای اتصال ستون به گیردها و *Bracing* ها انجام خواهد شد. قبل و بعد از انجام کار، شاغولی توسط نقشه بردار بوسیله دوربین تئودولیت چک خواهد شد. در شکل های ۳-۳ و ۳-۴ تیرانس های نصب و اجرای سازه های فلزی مشاهده می شود، و در شکل های ۳-۵ و ۳-۶ تیرانس های ساخت قطعات سازه های فلزی آورده شده اند. در جدول ۳-۱ تیرانس ابعاد سوراخ پیچ ها نیز آورده شده است.

Item	Figure	Tolerance
(5) Sweep of Beam and Girder (dL)		1/1000
(6) Ped level		$-2mm \leq d \leq +1mm$

شکل ۳-۳: نمونه ای از تolerانس های مجاز در اجرای سازه های فلزی

در صورت درترانس بودن *Miss Alignment* ها در دو راستای شمال- جنوب ، شرق- غرب ناظران QC در فرمت های خاص کار شاغولی را تحویل خواهند گرفت. البته در مرحله بازرسی شاغولی ستون ها بایستی تمام قطعات نصب شده باشند و بین قطعات اصلی در نقاط تماس فاصله وجود نداشته باشند.

بعد از تحویل شاغولی گروه های اجرایی اقدام به فول و سفت کردن پیچ ها طبق دستورالعمل بوسیله آچارهای مناسب و دستگاه آچارایمپکت (آچار پنوماتیکی) خواهند نمود. بعد از اتمام کار ناظران QC مقدارسفت شدن پیچ ها را توسط ترک مترهای کالیبره بصورت راندوم چک خواهد نمود و در صورت صحیح بودن کار، مرحله فول بولت را تحویل

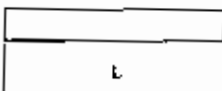
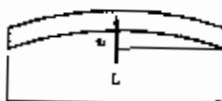
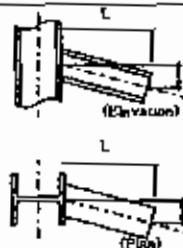
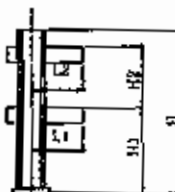
5. ERECTION TOLERANCES

Item	Figure	Tolerance
(1) Eccentricity of Column(e)		$e \leq 5\text{mm}$
(2) Floor Height(H/H) Span of Column(L/L)		$1/1000$ $h \leq 5\text{mm}, t \leq 5\text{mm}$
(3) Tilt of Column(d/H)		$1/1000$ and $d \leq 15\text{mm}$
(4) Level of Beam(d/L)		$1/1000$ and $d \leq 5\text{mm}$

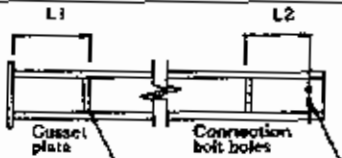
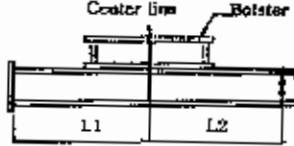
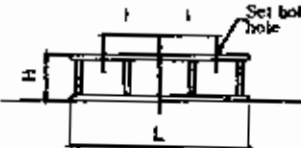
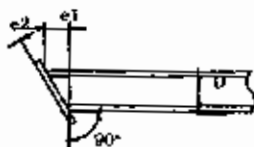
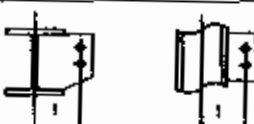
شکل ۳-۳: نمونه ای از تolerانس های مجاز در اجرای سازه های فلزی

Item	Figure	Tolerance
(10) Center-to-center distance for anchor bolt holes (e1, e2)		$e1, e2 : \pm 1\text{mm}$
(11) Perpendicularity of a base plate to column center line (e1, e2)		$e1 : \pm 0/100$ and max. 3mm $e2 : \pm 0/100$ and max. 3mm
(12) Center-to-center distance of bolt holes (P1, P2)		$P1 : \pm 1\text{mm}$ $P2 : \pm 2\text{mm}$

شکل ۳-۵: نمونه ای از تolerانس های مجاز در ساخت سازه های فلزی

Item	Figure	Tolerance
(6) Beam length (L)		$L: \pm 2 \text{ mm}$
(7) Bending or deflection (e)		For beams • L/1000 and max. +6 mm, -0mm For columns • L/500 and max. +5 mm, -0mm
(8) Angle of a slab for beam-to-column connection (e1, e2)		e1 : L/300 and max. 3 mm e2 : L/300 and max. 3 mm
(9) Floor height, column length (H1, H2, H), and length of a slab (L1, L2)		H : $\pm 2 \text{ mm}$ H1, H2 : $\pm 2 \text{ mm}$ L1, L2 : $\pm 2 \text{ mm}$

FABRICATION TOLERANCE

Item	Figure	Tolerance
(1) Distance from a member end or connection bolt hole to gusset plate (L1, L2)		$L1 \text{ or } L2 : \pm 2 \text{ mm}$
(2) Distance from a member end or connection bolt hole to Bolster (L1, L2)		$L1 \text{ or } L2 : \pm 2 \text{ mm}$
(3) Bolster (H, L, l)		H : $\pm 1.5 \text{ mm}$ L : $\pm 2.0 \text{ mm}$ l : $\pm 1.0 \text{ mm}$
(4) Perpendicularity of a end plate to beam (e1), and flatness of a end plate (e2)		e1 : $\pm D/100$ and max. 1 mm e2 : max. 0.5 mm unevenness
(5) Distance from the center of a member to center of a bolt hole of gusset plate (f)		$f : \pm 1.5 \text{ mm}$

شکل ۳-۶: نمونه ای از تolerانس های مجاز در ساخت سازه های فلزی

خواهد گرفت. بعد از فول بولت سازه و تحویل آن به کارفرما اطراف بدستال ستون ها قالب بندی خواهند شد و برای گروت ریزی G2 آماده می شوند. در موقع گروت ریزی بایستی ناظر QC کارفرما و نمونه بردار آزمایشگاه حضور داشته باشند و شرایط استاندارد از لحاظ دمای آب، تمیزی و مرطوب بودن سطح بدستال فراهم گردد.

جدول ۳-۱: تolerانس ابعاد سوراخ پیچ ها

Connection Bolt Hole Size	Anchor Bolt Hole Size
+2mm max	+3mm max

۳-۴ نصب متعلقات سازه های فلزی: (Steel Structure Accessory)

برای دسترسی به نقاط کنترل، طبقات مختلف در ارتفاعات، چک کردن تجهیزات، باز و بسته نمودن دستی شیرها، تعمیرات و غیره بر روی سازه های فلزی انواع *Handrail*، *Ladder*، *Platform*، *Walkway*

Greating (نردبان، نرده و محافظ، راه رو، پلت فرم، شبکه های کف) نصب خواهند شد. کلیه این قطعات و سازه های جانبی بایستی با رعایت کردن نکات ایمنی و طبق نقشه ها در محل های تعیین شده نصب شوند. بعضاً برای اتصال آنها به بدنه یا همدیگر (*Hand rail*) از جوشکاری استفاده می شود. در این حالت بایستی جوشکار صلاحیت دار تست فرم دار بکار گرفته شود. همه این متعلقات در فرمت های خاصی همزمان از لحاظ فول بولت بودن، تراز بودن، محکم بودن و طبق نقشه نصب شدن تحویل ناظران QC کارفرما داده خواهند شد. در شکل ۳-۷ تolerانس این گونه متعلقات آورده شده است.

۳-۵ تحویل نهایی: (Final Inspection)

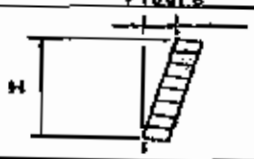
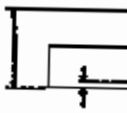
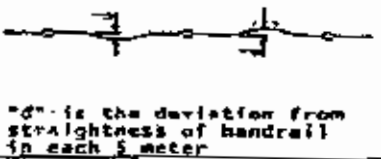


بعد از گروت ریزی سایر گروه های اجرایی مجاز خواهند بود که کارهای مختص به خود را (لوله کشی، ابزار دقیق، برق، و رنگو عایق) روی استراکچرها انجام دهند. در جریان این کارها احتمال دارد آسیب هایی یا تغییراتی به سازه وارد کنند، و قطعاتی را از سازه باز نمایند. بعد از اتمام

کلیه کارهای اجرایی در اطراف هر سازه، (تقریباً قبل از راه اندازی اولیه) پیمانکار موظف است (باتوجه به نحوه قرارداد) سازه را چک نماید و در صورت مغایرت و آسیب دیدگی آنها را برطرف کند. ناظر کارفرما بصورت کامل سازه را از هر نظر چک نمود و احتمالاً یک سری *Punch* ارایه خواهد داد بعد از *Clear* کردن *Punch* ارایه شده و چک دوباره ناظران *QC* کار فرما، سازه بصورت کامل تحویل کارفرما می گردد و کلیه مسئولیت ها از پیمانکار سلب خواهد شد. به این مرحله حساس *Final inspection* گویند.

۳-۶ نصب پوشش سقف وجوانب سوله ها: (*Siding & Roofing*)

برای حفظ تجهیزات داخل سوله ها از باران، برف، باد، تابش آفتاب و گردوخاک، سقف و دیوارهای سوله ها را بوسیله ورق های نازک رنگ شده یا گالوانیزه با مقاطع چین دار پوشش خواهند داد. به این کار اصطلاحاً *Sidding and roofing* گویند.

TOLERANCES FOR LADDER, HANDRAIL AND STEEL FLOOR

Item	Figure	Tolerance
Tilt of ladder		$d \leq H/500$
Height of handrail		$\pm 5 \text{ mm}$
Straightness of handrail (top rail)		$d \leq 10 \text{ mm}$
Straightness of handrail (mid-rail and toe plate)		$d \leq L/200$
Flatness of steel		$d \leq L/200$

شکل ۳-۷: نمونه ای از تالرنس های مجاز در نصب متعلقات سازه های فلزی

ورق ها را طبق نقشه و *Packing List* که قبلاً توسط سازندگان در سائیزهای متفاوت برش خورده اند به سقف منتقل می نمایند. ورق ها را طبق نقشه پخش نموده و بوسیله پیچ خودرو به پروفیل Z یا ناودانی سقف با دیواره اتصال می دهند. در نصب آنها بایستی جهت روی هم گذاری و شیب بندی کاملاً رعایت گردد. بعد از نصب ورقه ها کارهای تکمیلی شامل آب راه های آب (*Gutter*) لوله های انتقال آب به سطح زمین (*Downs Put*) و پوشش های گوشه ها و پنجره های سقفی (*Lower*) شروع خواهد شد.

کلیه کار در یک مرحله تحویل نظارت *QC* داده خواهد شد و در صورت نیاز *Punch List* تهیه و مشکلات موجود بر طرف خواهند شد .

فصل چهارم:

آشنایی با نقشه برداری

Survey Introduction

مقدمه:

در قسمت های قبلی *Piping*، نصب تجهیزات و سازه های فلزی به مراتب از نقشه برداری صحبت شد، جا دارد در این فصل دارد بیشتر با نقشه برداری آشنا شویم. نقشه برداری بعنوان یک یا دو واحد درسی برای خیلی از رشته ها مثل مهندسان کشاورزی، زمین شناسی، معدن و مخصوصاً عمران در دانشگاهها تدریس می شود ولی متأسفانه جز واحد های درسی مهندسان مکانیک، برق، شیمی و مواد نیست.

نقشه برداری یکی از رشته های مهندسی است (گرایش مهندسی عمران) و علم کاملاً گسترده ای است. در این قسمت سعی شده فقط مطالبی جهت آشنایی با مختصات سایت ها، انواع دوربین ها، نقشه برداری، مقاطع عرضی و طولی، نحوه محاسبه خاک برداری و خاک ریزی به صورت خلاصه ارائه گردد. برای مطالعه بیشتر بایستی به کتابهای نقشه برداری عمومی مراجعه گردد.

۴-۱ مختصات در سایت ها : (Site Coordinate)

در کلیه واحد های صنعتی برای مشخص نمودن کلیه موقعیت ها یک نقطه مشخص مبناء تعریف خواهند نمود و بعنوان ۰/۰/۰ مختصات محلی (*Local*) سایت از آن اسم خواهند برد. این نقطه نسبت به مختصات کلی (*Global*) و جامع کشوری و جهانی مشخص و ذکر خواهد شد. برای مشخص کردن هر نقطه در فضا از سه پارامتر x, y, z استفاده می شود، که در نقشه برداری این سه عامل به *East / North / Elevation (E, N, EL)* (شمال، جنوب، ارتفاع) تبدیل می گردند. در سایت ها برای راحتی کار و یکسان نمودن مختصات برای همه کاربران تعدادی نقطه در سایت مشخص می نمایند و موقعیت این نقاط *E/N/EL* همراه محل قرارگیری آنها روی نقشه کلی سایت در لیست هایی به کلیه پیمانکاران ابلاغ می گردد. که به این نقاط مشخص مختصاتی *Bench Mark* گفته می شود. هر پنج مارک کد مخصوص دارد و کاملاً توصیف شده است.

بنابراین نقشه بردارها برای انجام دادن هر کاری در سایت که نیاز به مختصات ($E/N/EL$) داشته باشد نزدیک ترین پنج مارک ها را انتخاب و از روی آنها موقعیت دلخواه را مشخص می کنند.

۴-۲ انواع دوربین نقشه برداری : (*Type of Topography Camera*)

دوربین ها بر حسب کارآیی و موارد استفاده و شرکت های سازنده و دارای مدل های مختلف و تنوع زیادی می باشند. ولی در اینجا ۳ نوع دوربین نیو، تئودولیت و توتال مورد بحث قرار خواهد گرفت.

یکی از ابتدایی ترین کارها در نقشه برداری مشخص نمودن ارتفاع نقاط نسبت به همدیگر و تخمین فاصله یک نقطه نسبت به نقطه دیگر است که این کار توسط دوربین های نیو (*Level*) انجام می گیرد. عمده کار برد دوربین های نیو تراز یابی خطوط، کانل کنی، انجام عملیات پدینگ و *leveling*، محوطه سازی، شیب بندی و غیره می باشد.

اساس کار بدین شکل است بعد از علم کردن سه پایه و تراز کردن دوربین روی سه پایه، شاخص روی نقطه ای که ارتفاع آن مشخص است قرار داده می شود و عددی از سه پایه که در امتداد تا افقی اصلی عدسی دوربین قرار دارد خوانده می شود، این عدد را بعلاوه ارتفاع نقطه مشخص نموده و ارتفاع تار افقی عدسی دوربین بدست خواهد آمد. حال فقط کافی است شاخص در هر نقطه ای دلخواه قرار گیرد و عددی که از روی آن قرائت می شود را از ارتفاع بدست آمده برای تار افقی کم نموده و ارتفاع آن نقطه بدست خواهد آمد. در صورتیکه فاصله نقطه مورد نظر از پنج مارک زیاد باشد این کار را در چندین ایستگاه تکرار خواهند نمود.

البته توسط دوربین های نیو می توان مسافت را نیز تخمین زد. روی عدسی دوربین ۲ عدد تار افقی فرعی در بالا و پایین تار اصلی نیز وجود دارند، در صورتی که روی شاخص اختلاف عدد های در امتداد این دو تار بدست آید و ضرب در ضریبی (بر اساس نوع دوربین متعاقب) شود، حاصل بدست آمده معرف فاصله مرکز دوربین تا شاخص می تواند باشد.

یکی دیگر از دوربین ها، دوربین تئودولیت میباشد که قادر به محاسبه زاویه های افقی و قائم نقاط نسبت به همدیگر است. قبل از اختراع شدن دوربین های توتال از روی این زاویه ها فاصله ها، مختصات (E و N) نقاط را نسبت به همدیگر به روش های تحلیلی و ترسیمی بدست می آوردند. ولی امروزه کار برد این دوربین ها محدود شده و فقط برای کارهای شاغولی ستونها، *Alignment* تجهیزات قائم، شاغولی قالب های بتن ریزی و تعین و ادامه راستای خطوط استفاده

می گردد. اساس کاربرای *Alignment* بدین شکل می باشد که بعد از تنظیم دوربین تار عمودی را روی لبه ستون یا تجهیز در بالاترین نقطه تنظیم و چرخش حول محور عمود بر صفحه افقی دوربین را قفل می نمایند و تار را روی لبه تا پایین ترین نقطه بوسیله چرخش عدسی حور محور افقی می لغزانند. در صورتی که یک شاخص مثل متر در پایین ترین نقطه بصورت افقی قرار داده شود میزان انحراف بالاترین نقطه ستون یا تجهیز نسبت به پایین ترین نقطه روی شاخص قابل رویت می باشد.

با بوجود آمدن دوربین های توتال و دستگاههای *GPS* علم نقشه برداری متحول شده و کاملاً بصورت اتوماتیک و کامپیوتری، پروسه قابل پی گیری و تنظیم است. دوربین توتال براساس اشعه لیزر و بازگراندن آن توسط یک منشور در نقطه مشخص عمل خواهد کرد. بوسیله دوربین توتال و برنامه ریزی آن (وارد کردن پنج مارک ها در داخل حافظه آن) می توان مختصات (E / N) هر نقطه از سایت را در کمترین زمان از روی دو نقطه مخص دیگر تعیین نمود. از این دوربین ها در پیاده کردن انواع فنداسیون، آنکربولت ها، محورهای مرکزی تجهیزات، خطوط لوله کشی بصورت گسترده استفاده می شود.

۳-۴ مقاطع عرضی و طولی : (*Longitudinal & latitudinal Section*)

معمولاً در پروژه های راه سازی و خطوط انتقال (*pipe lines*)، راه آهن، تاسیسات شهری قبل از طراحی و نهایی کردن مسیر مقاطع طولی و عرضی توسط گروه های نقشه برداری تهیه می شود.

بعد از آنکه مسیر اولیه طرح از روی نقشه های توپوگرافی مشخص شد، نقشه بردارها شروع به برداشت مختصات کلی ($E/N/EL$) در فواصل تکراری از طول مسیر طبق نظر مشاور خواهند نمود. که چون مسیر از قبل تقریباً مشخص است روی گراف هایی EL ها بر اساس شماره نقاط و مختصات ترسیم می شوند. که به این گراف، مقطع طولی می گویند.

در هر نقطه مشخص مسیر در راستای عمود بر مسیر در فواصل تکراری به دو طرف به تعداد از قبل تعیین شده مختصات نقاط را برداشت می کنند. و ارتفاع آنها را با توجه به نقطه اولیه مسیر و نقاط روی مسیر عمودی روی گراف ترسیم می کنند که به آن مقطع عرضی می گویند.

مقاطع عرض و طولی در اختیار طراحان قرار می گیرد که بر اساس آن بتوانند طرح را از لحاظ اقتصادی (خاک برداری، خاک ریزی، موانع، پل ها) پیمانه نمایند یا مسیر را تغییر دهند.

۴-۴ نحوه محاسبه حجم خاکبرداری و خاک ریزی : (Backfilling & Excavation)

به روشهای گوناگون می توان حجم خاک ریزی و خاکبرداری را محاسبه نمود ، مخصوصاً در مورد حفر کانال و فنداسیون با توجه به مشخص بودن ابعاد و سطح مقاطع کار خیلی سختی نمی باشد. اما در صورتی که در حفر کانال و فنداسیون ها به لایه های سنگ بر خورد نمودیم با توجه به تفاوت قیمت زیاد این دو نوع خاک برداری بایستی حتماً در گام هایی کوچک (بستگی به میزان دقت) اقدام به تهیه مقطع طولی نمود. در حالتی که یک تپه خاکبرداری می شود یا یک گودال خاک ریزی می گردد. با توجه به معلوم نبودن شکل آنها از روش خیلی مرسوم شبکه بندی (Mesh) استفاده می گردد. یک نقشه شماتیک شبکه تپه و شبکه برای مشخص شدن نقاط گره ها در حالت واقعی روی آن تپه یا گودال اجرا می گردد. شکل ۴-۱



شکل ۴-۱ : نحوه مش بندی یک ناحیه

فاصله شبکه بستگی به میزان دقت ، حجم و ابعاد کار دارد. بعد از مشخص شدن کد های شبکه، از هر سلول شبکه در سایت یک ارتفاع برداشت می شود و در جداولی همراه کد سلول شبکه ($C25-26 EL9.8$) یادداشت می گردد. بعد از انجام کار خاکبرداری یا خاک ریزی ارتفاع نهایی همان نقاط طبق شبکه دوباره برداشت می شود. اگر اختلاف این ارتفاعات در سطح مقطع سلول ها ضرب شود و مقادیر بدست آمده در همه سلول ها با همدیگر جمع گردد. حجم خاکریزی و خاک برداری با بهترین تقریب بدست خواهد آمد.

فصل پنجم:

گروه های مشترک در پروژه های اجرایی

مقدمه:

همانگونه که در فصل یک عنوان شد گروه های زیادی وجود دارند که در پروژه ها مشترک می باشند. در این فصل تعاریفی از این گروه ها ارائه شده و بصورت مختصر وظایف هر کدام ایتام وار بیان شده اند.

۵-۱ گروه متریال : (Material Crew)

همانگونه از اسم این گروه پیداست وظیفه اصلی این گروه هماهنگی های لازم در پروژه ها جهت تحویل و انتقال انواع متریال به محل های مصرف می باشد. این گروه به صورت مستقیم زیر نظر دفتر فنی کار خواهد نمود.

گروه متریال دارای وظیفه خیلی مهمی می باشد و در صورتیکه کار خود را به درستی انجام ندهد بر کارکرد سایر گروه ها تاثیر گذار خواهد بود. گروه متریال بایستی همیشه با انبارهای کارفرما در تماس باشد و در مورد اخبار رسیدن متریال های جدید همیشه به روز باشد و فایل هایی برای کنترل رسیدن و موجود بودن انواع متریال در انبار کارفرما داشته باشد و این فایل ها را با اطلاعات دریافتی از کارفرما به روز نماید. به این فایل (که معمولاً انبار کارفرما متولی آن می باشد) *Stock File* گویند. در صورت ارتباط گروه متریال با گروه های برنامه ریزی و لجستیک (پشتیبانی پروژه) گروه متریال می تواند تاریخ رسیدن متریال ها را نیز به سایت داشته باشد و برای آنها برنامه ریزی نمایند.

از طرف گروه هایی اجرای طبق برنامه و اولویت های کاری متریال های درخواستی از طریق دفتر فنی به گروه متریال اعلام می شود. گروه متریال بایستی سریعاً اقدام به نوشتن مدارکی جهت تحویل گرفتن آنها از کارفرما بکنند. به این مدارک *Miv* گفته می شود. (*Material Issue Vocher* سند تحویل متریال) این مدرک سند مهمی می باشد بنابراین معمولاً دارای چندین مرحله امضاء می باشد که بایستی متریال من ها آنها را از افراد مشخص و اوتريته دار اخذ

نمایند. باید اطلاعات موجود در کلیه این *Miv* ها و مقادیری متریا ل تحویل گرفته شده و تحویل داده شده به گروه های اجرایی همراه شماره سند آنها و مشخصات محل مصرف در فایل هایی ذخیره و اطلاعات آن به روز خواهد شوند. البته این فایل ها باتوجه به نوع عملیات بایستی حداکانه تشکیل گردد. مثلاً درمورد *Piping* این فایل در دفتر فنی تشکیل می گردد و طبق *B.O.M(Bill of Material)* داخل نقشه ها تنظیم خواهد شد. عبارتی متریا ل مورد نیاز آن خط برآورد می شود. (*M.T.O= Material Take Of*)

در صورتی که کلیه متریا ل یکجا به سایت و گروه اجرایی تحویل داده نشود گروه متریا ل وظیفه کنترل و انبارداری آنها را به عهده خواهد داشت. در این حالت بایستی هر گونه ورود و خروج به انبار در فایل ها کامپیوتری مربوطه ثبت گردد. و برای جلوگیری از اشتباه از فرمت *Miv* داخلی استفاده شود.

گروه متریا ل بایستی متریا ل را تا مصرف پی گیری و نتایج را در فایل ها ثبت کند و در صورت اضافه آمدن متریا ل بایستی متریا ل را در فرمت خاص *MRV (Material Return Voucher)* به کارفرما برگرداند. فایل ها بایستی طوری تنظیم شوند که در هر لحظه بتوان بالانس متریا ل را برآورد نمود. در صورتیکه بر روی گروه متریا ل نظارت صحیح اعمال نشود و مدارک بصورت کامپیوتری نباشند پروژه در آخر کار به مشکلات عمده ای در مورد بالانس متریا ل (مقایسه متریا ل های گرفته شده و مصرف شده و گزارش به کارفرما) دچار خواهد شد و ضرر مالی سنگینی را می تواند به پیمانکار وارد نماید.

متریا ل من ها مخصوصاً در حالتی که تنوع متریا ل وجود دارد (*Piping*) بایستی افراد باتجربه ای باشند تا از بوجود آمدن هر گونه اشتباه جلوگیری به عمل آید. کلیه کارهای هماهنگی با سایر گروه ها برای حمل و جابجایی متریا ل بایستی توسط گروه متریا ل صورت پذیرد. در مورد متریا ل تجهیزات و استراکچر فلزی که ممکن است متریا ل یک دستگاه یا یک استراکچر در چندین پکیج از طرف سازنده به سایت فرستاده شود، باید از قبل توسط گروه متریا ل پکیج لیست ها (مدارکی از طرف سازنده ها تهیه می شود، لیست قطعاتی است که در آن پکیج وجود دارد) تهیه و در اختیار گروه های اجرایی قرار داده شوند تا این گروهها از روی آنها و طبق اولویت نصب و سایت متریا ل را درخواست نمایند و به سایت حمل شوند. استفاده از پکیج لیست برای درخواست

متریال روند کار را ساده تر می نماید و از بوجود آمدن هرگونه اشتباه و دوباره کاری جلوگیری می نماید.

۱-۲-۳-۴-۵-۶-۷-۸-۹-۱۰-۱۱-۱۲-۱۳-۱۴-۱۵-۱۶-۱۷-۱۸-۱۹-۲۰-۲۱-۲۲-۲۳-۲۴-۲۵-۲۶-۲۷-۲۸-۲۹-۳۰-۳۱-۳۲-۳۳-۳۴-۳۵-۳۶-۳۷-۳۸-۳۹-۴۰-۴۱-۴۲-۴۳-۴۴-۴۵-۴۶-۴۷-۴۸-۴۹-۵۰-۵۱-۵۲-۵۳-۵۴-۵۵-۵۶-۵۷-۵۸-۵۹-۶۰-۶۱-۶۲-۶۳-۶۴-۶۵-۶۶-۶۷-۶۸-۶۹-۷۰-۷۱-۷۲-۷۳-۷۴-۷۵-۷۶-۷۷-۷۸-۷۹-۸۰-۸۱-۸۲-۸۳-۸۴-۸۵-۸۶-۸۷-۸۸-۸۹-۹۰-۹۱-۹۲-۹۳-۹۴-۹۵-۹۶-۹۷-۹۸-۹۹-۱۰۰-۱۰۱-۱۰۲-۱۰۳-۱۰۴-۱۰۵-۱۰۶-۱۰۷-۱۰۸-۱۰۹-۱۱۰-۱۱۱-۱۱۲-۱۱۳-۱۱۴-۱۱۵-۱۱۶-۱۱۷-۱۱۸-۱۱۹-۱۲۰-۱۲۱-۱۲۲-۱۲۳-۱۲۴-۱۲۵-۱۲۶-۱۲۷-۱۲۸-۱۲۹-۱۳۰-۱۳۱-۱۳۲-۱۳۳-۱۳۴-۱۳۵-۱۳۶-۱۳۷-۱۳۸-۱۳۹-۱۴۰-۱۴۱-۱۴۲-۱۴۳-۱۴۴-۱۴۵-۱۴۶-۱۴۷-۱۴۸-۱۴۹-۱۵۰-۱۵۱-۱۵۲-۱۵۳-۱۵۴-۱۵۵-۱۵۶-۱۵۷-۱۵۸-۱۵۹-۱۶۰-۱۶۱-۱۶۲-۱۶۳-۱۶۴-۱۶۵-۱۶۶-۱۶۷-۱۶۸-۱۶۹-۱۷۰-۱۷۱-۱۷۲-۱۷۳-۱۷۴-۱۷۵-۱۷۶-۱۷۷-۱۷۸-۱۷۹-۱۸۰-۱۸۱-۱۸۲-۱۸۳-۱۸۴-۱۸۵-۱۸۶-۱۸۷-۱۸۸-۱۸۹-۱۹۰-۱۹۱-۱۹۲-۱۹۳-۱۹۴-۱۹۵-۱۹۶-۱۹۷-۱۹۸-۱۹۹-۲۰۰-۲۰۱-۲۰۲-۲۰۳-۲۰۴-۲۰۵-۲۰۶-۲۰۷-۲۰۸-۲۰۹-۲۱۰-۲۱۱-۲۱۲-۲۱۳-۲۱۴-۲۱۵-۲۱۶-۲۱۷-۲۱۸-۲۱۹-۲۲۰-۲۲۱-۲۲۲-۲۲۳-۲۲۴-۲۲۵-۲۲۶-۲۲۷-۲۲۸-۲۲۹-۲۳۰-۲۳۱-۲۳۲-۲۳۳-۲۳۴-۲۳۵-۲۳۶-۲۳۷-۲۳۸-۲۳۹-۲۴۰-۲۴۱-۲۴۲-۲۴۳-۲۴۴-۲۴۵-۲۴۶-۲۴۷-۲۴۸-۲۴۹-۲۵۰-۲۵۱-۲۵۲-۲۵۳-۲۵۴-۲۵۵-۲۵۶-۲۵۷-۲۵۸-۲۵۹-۲۶۰-۲۶۱-۲۶۲-۲۶۳-۲۶۴-۲۶۵-۲۶۶-۲۶۷-۲۶۸-۲۶۹-۲۷۰-۲۷۱-۲۷۲-۲۷۳-۲۷۴-۲۷۵-۲۷۶-۲۷۷-۲۷۸-۲۷۹-۲۸۰-۲۸۱-۲۸۲-۲۸۳-۲۸۴-۲۸۵-۲۸۶-۲۸۷-۲۸۸-۲۸۹-۲۹۰-۲۹۱-۲۹۲-۲۹۳-۲۹۴-۲۹۵-۲۹۶-۲۹۷-۲۹۸-۲۹۹-۳۰۰-۳۰۱-۳۰۲-۳۰۳-۳۰۴-۳۰۵-۳۰۶-۳۰۷-۳۰۸-۳۰۹-۳۱۰-۳۱۱-۳۱۲-۳۱۳-۳۱۴-۳۱۵-۳۱۶-۳۱۷-۳۱۸-۳۱۹-۳۲۰-۳۲۱-۳۲۲-۳۲۳-۳۲۴-۳۲۵-۳۲۶-۳۲۷-۳۲۸-۳۲۹-۳۳۰-۳۳۱-۳۳۲-۳۳۳-۳۳۴-۳۳۵-۳۳۶-۳۳۷-۳۳۸-۳۳۹-۳۴۰-۳۴۱-۳۴۲-۳۴۳-۳۴۴-۳۴۵-۳۴۶-۳۴۷-۳۴۸-۳۴۹-۳۵۰-۳۵۱-۳۵۲-۳۵۳-۳۵۴-۳۵۵-۳۵۶-۳۵۷-۳۵۸-۳۵۹-۳۶۰-۳۶۱-۳۶۲-۳۶۳-۳۶۴-۳۶۵-۳۶۶-۳۶۷-۳۶۸-۳۶۹-۳۷۰-۳۷۱-۳۷۲-۳۷۳-۳۷۴-۳۷۵-۳۷۶-۳۷۷-۳۷۸-۳۷۹-۳۸۰-۳۸۱-۳۸۲-۳۸۳-۳۸۴-۳۸۵-۳۸۶-۳۸۷-۳۸۸-۳۸۹-۳۹۰-۳۹۱-۳۹۲-۳۹۳-۳۹۴-۳۹۵-۳۹۶-۳۹۷-۳۹۸-۳۹۹-۴۰۰-۴۰۱-۴۰۲-۴۰۳-۴۰۴-۴۰۵-۴۰۶-۴۰۷-۴۰۸-۴۰۹-۴۱۰-۴۱۱-۴۱۲-۴۱۳-۴۱۴-۴۱۵-۴۱۶-۴۱۷-۴۱۸-۴۱۹-۴۲۰-۴۲۱-۴۲۲-۴۲۳-۴۲۴-۴۲۵-۴۲۶-۴۲۷-۴۲۸-۴۲۹-۴۳۰-۴۳۱-۴۳۲-۴۳۳-۴۳۴-۴۳۵-۴۳۶-۴۳۷-۴۳۸-۴۳۹-۴۴۰-۴۴۱-۴۴۲-۴۴۳-۴۴۴-۴۴۵-۴۴۶-۴۴۷-۴۴۸-۴۴۹-۴۵۰-۴۵۱-۴۵۲-۴۵۳-۴۵۴-۴۵۵-۴۵۶-۴۵۷-۴۵۸-۴۵۹-۴۶۰-۴۶۱-۴۶۲-۴۶۳-۴۶۴-۴۶۵-۴۶۶-۴۶۷-۴۶۸-۴۶۹-۴۷۰-۴۷۱-۴۷۲-۴۷۳-۴۷۴-۴۷۵-۴۷۶-۴۷۷-۴۷۸-۴۷۹-۴۸۰-۴۸۱-۴۸۲-۴۸۳-۴۸۴-۴۸۵-۴۸۶-۴۸۷-۴۸۸-۴۸۹-۴۹۰-۴۹۱-۴۹۲-۴۹۳-۴۹۴-۴۹۵-۴۹۶-۴۹۷-۴۹۸-۴۹۹-۵۰۰-۵۰۱-۵۰۲-۵۰۳-۵۰۴-۵۰۵-۵۰۶-۵۰۷-۵۰۸-۵۰۹-۵۱۰-۵۱۱-۵۱۲-۵۱۳-۵۱۴-۵۱۵-۵۱۶-۵۱۷-۵۱۸-۵۱۹-۵۲۰-۵۲۱-۵۲۲-۵۲۳-۵۲۴-۵۲۵-۵۲۶-۵۲۷-۵۲۸-۵۲۹-۵۳۰-۵۳۱-۵۳۲-۵۳۳-۵۳۴-۵۳۵-۵۳۶-۵۳۷-۵۳۸-۵۳۹-۵۴۰-۵۴۱-۵۴۲-۵۴۳-۵۴۴-۵۴۵-۵۴۶-۵۴۷-۵۴۸-۵۴۹-۵۵۰-۵۵۱-۵۵۲-۵۵۳-۵۵۴-۵۵۵-۵۵۶-۵۵۷-۵۵۸-۵۵۹-۵۶۰-۵۶۱-۵۶۲-۵۶۳-۵۶۴-۵۶۵-۵۶۶-۵۶۷-۵۶۸-۵۶۹-۵۷۰-۵۷۱-۵۷۲-۵۷۳-۵۷۴-۵۷۵-۵۷۶-۵۷۷-۵۷۸-۵۷۹-۵۸۰-۵۸۱-۵۸۲-۵۸۳-۵۸۴-۵۸۵-۵۸۶-۵۸۷-۵۸۸-۵۸۹-۵۹۰-۵۹۱-۵۹۲-۵۹۳-۵۹۴-۵۹۵-۵۹۶-۵۹۷-۵۹۸-۵۹۹-۶۰۰-۶۰۱-۶۰۲-۶۰۳-۶۰۴-۶۰۵-۶۰۶-۶۰۷-۶۰۸-۶۰۹-۶۱۰-۶۱۱-۶۱۲-۶۱۳-۶۱۴-۶۱۵-۶۱۶-۶۱۷-۶۱۸-۶۱۹-۶۲۰-۶۲۱-۶۲۲-۶۲۳-۶۲۴-۶۲۵-۶۲۶-۶۲۷-۶۲۸-۶۲۹-۶۳۰-۶۳۱-۶۳۲-۶۳۳-۶۳۴-۶۳۵-۶۳۶-۶۳۷-۶۳۸-۶۳۹-۶۴۰-۶۴۱-۶۴۲-۶۴۳-۶۴۴-۶۴۵-۶۴۶-۶۴۷-۶۴۸-۶۴۹-۶۵۰-۶۵۱-۶۵۲-۶۵۳-۶۵۴-۶۵۵-۶۵۶-۶۵۷-۶۵۸-۶۵۹-۶۶۰-۶۶۱-۶۶۲-۶۶۳-۶۶۴-۶۶۵-۶۶۶-۶۶۷-۶۶۸-۶۶۹-۶۷۰-۶۷۱-۶۷۲-۶۷۳-۶۷۴-۶۷۵-۶۷۶-۶۷۷-۶۷۸-۶۷۹-۶۸۰-۶۸۱-۶۸۲-۶۸۳-۶۸۴-۶۸۵-۶۸۶-۶۸۷-۶۸۸-۶۸۹-۶۹۰-۶۹۱-۶۹۲-۶۹۳-۶۹۴-۶۹۵-۶۹۶-۶۹۷-۶۹۸-۶۹۹-۷۰۰-۷۰۱-۷۰۲-۷۰۳-۷۰۴-۷۰۵-۷۰۶-۷۰۷-۷۰۸-۷۰۹-۷۱۰-۷۱۱-۷۱۲-۷۱۳-۷۱۴-۷۱۵-۷۱۶-۷۱۷-۷۱۸-۷۱۹-۷۲۰-۷۲۱-۷۲۲-۷۲۳-۷۲۴-۷۲۵-۷۲۶-۷۲۷-۷۲۸-۷۲۹-۷۳۰-۷۳۱-۷۳۲-۷۳۳-۷۳۴-۷۳۵-۷۳۶-۷۳۷-۷۳۸-۷۳۹-۷۴۰-۷۴۱-۷۴۲-۷۴۳-۷۴۴-۷۴۵-۷۴۶-۷۴۷-۷۴۸-۷۴۹-۷۵۰-۷۵۱-۷۵۲-۷۵۳-۷۵۴-۷۵۵-۷۵۶-۷۵۷-۷۵۸-۷۵۹-۷۶۰-۷۶۱-۷۶۲-۷۶۳-۷۶۴-۷۶۵-۷۶۶-۷۶۷-۷۶۸-۷۶۹-۷۷۰-۷۷۱-۷۷۲-۷۷۳-۷۷۴-۷۷۵-۷۷۶-۷۷۷-۷۷۸-۷۷۹-۷۸۰-۷۸۱-۷۸۲-۷۸۳-۷۸۴-۷۸۵-۷۸۶-۷۸۷-۷۸۸-۷۸۹-۷۹۰-۷۹۱-۷۹۲-۷۹۳-۷۹۴-۷۹۵-۷۹۶-۷۹۷-۷۹۸-۷۹۹-۸۰۰-۸۰۱-۸۰۲-۸۰۳-۸۰۴-۸۰۵-۸۰۶-۸۰۷-۸۰۸-۸۰۹-۸۱۰-۸۱۱-۸۱۲-۸۱۳-۸۱۴-۸۱۵-۸۱۶-۸۱۷-۸۱۸-۸۱۹-۸۲۰-۸۲۱-۸۲۲-۸۲۳-۸۲۴-۸۲۵-۸۲۶-۸۲۷-۸۲۸-۸۲۹-۸۳۰-۸۳۱-۸۳۲-۸۳۳-۸۳۴-۸۳۵-۸۳۶-۸۳۷-۸۳۸-۸۳۹-۸۴۰-۸۴۱-۸۴۲-۸۴۳-۸۴۴-۸۴۵-۸۴۶-۸۴۷-۸۴۸-۸۴۹-۸۵۰-۸۵۱-۸۵۲-۸۵۳-۸۵۴-۸۵۵-۸۵۶-۸۵۷-۸۵۸-۸۵۹-۸۶۰-۸۶۱-۸۶۲-۸۶۳-۸۶۴-۸۶۵-۸۶۶-۸۶۷-۸۶۸-۸۶۹-۸۷۰-۸۷۱-۸۷۲-۸۷۳-۸۷۴-۸۷۵-۸۷۶-۸۷۷-۸۷۸-۸۷۹-۸۸۰-۸۸۱-۸۸۲-۸۸۳-۸۸۴-۸۸۵-۸۸۶-۸۸۷-۸۸۸-۸۸۹-۸۹۰-۸۹۱-۸۹۲-۸۹۳-۸۹۴-۸۹۵-۸۹۶-۸۹۷-۸۹۸-۸۹۹-۹۰۰-۹۰۱-۹۰۲-۹۰۳-۹۰۴-۹۰۵-۹۰۶-۹۰۷-۹۰۸-۹۰۹-۹۱۰-۹۱۱-۹۱۲-۹۱۳-۹۱۴-۹۱۵-۹۱۶-۹۱۷-۹۱۸-۹۱۹-۹۲۰-۹۲۱-۹۲۲-۹۲۳-۹۲۴-۹۲۵-۹۲۶-۹۲۷-۹۲۸-۹۲۹-۹۳۰-۹۳۱-۹۳۲-۹۳۳-۹۳۴-۹۳۵-۹۳۶-۹۳۷-۹۳۸-۹۳۹-۹۴۰-۹۴۱-۹۴۲-۹۴۳-۹۴۴-۹۴۵-۹۴۶-۹۴۷-۹۴۸-۹۴۹-۹۵۰-۹۵۱-۹۵۲-۹۵۳-۹۵۴-۹۵۵-۹۵۶-۹۵۷-۹۵۸-۹۵۹-۹۶۰-۹۶۱-۹۶۲-۹۶۳-۹۶۴-۹۶۵-۹۶۶-۹۶۷-۹۶۸-۹۶۹-۹۷۰-۹۷۱-۹۷۲-۹۷۳-۹۷۴-۹۷۵-۹۷۶-۹۷۷-۹۷۸-۹۷۹-۹۸۰-۹۸۱-۹۸۲-۹۸۳-۹۸۴-۹۸۵-۹۸۶-۹۸۷-۹۸۸-۹۸۹-۹۹۰-۹۹۱-۹۹۲-۹۹۳-۹۹۴-۹۹۵-۹۹۶-۹۹۷-۹۹۸-۹۹۹-۱۰۰۰

۵-۲ دفتر فنی : (Technical Office)

در بخش های قبل به مراتب از دفتر فنی اسم برده شده و کارهای مربوط به این گروه ذکر شده است. بصورت خلاصه دفتر فنی در پروژه های اجرایی وظایف زیر را بعهده دارد.

۱- نوشتن صورت وضعیت های اصلی، پی گیری تاییدیه آن و بررسی صورت وضعیت های پیمانکاران دسته دوم

۲- نوشتن اضافه کاری ها و پی گیری نحوه انجام دستور کارهای کارفرما که موضوع آنها خارج از قرارداد می باشد. گرفتن تاییدیه های میزان کار کرد طبق روش توافقی و آوردن آنها در لیست صورت وضعیت ماهانه.

۳- پی گیری و فرستادن نامه رسمی به کارفرما در مورد هرگونه توقف کاری در صورتی که عامل آن کارفرما باشد. درخواست جلسه از کارفرما در مورد آن موضوع و گرفتن تاییدیه برای تکمیل کردن و مستند کردن مدارک *Claim* (ادعای خسارت)

۴- مطالعه دقیق بر نامه های اجرایی و بازدید از سایت برای باز کردن جبهه های کاری، دادن الویت کاری طبق شرایط سایت به گروه های اجرایی

۵- اطلاع دقیق از حجم کار پروژه (در صورت تغییرات) و میزان کار انجام شده و باقی مانده برای بر نامه ریزی مجدد یا تصحیح برنامه اجرایی

۶- نظارت بر آرشیو جهت کنترل و ثبت تاریخ ورود و *Rev* کلیه نقشه ها و مدارک و نحوه پخش نقشه ها و مستندات موجود.

۷- داشتن فایل های کلی در مورد متریال نظارت کامل بر گروه متریال

۸- در صورتیکه خرید بعضی از اقلام مصرفی به عهده پیمانکار باشد، نظارت بر سفارش و اببارداری و مصرف آنها

۹- داشتن فایل های *St.Str.Hisory, Equipmnt History, Support Histocy, Spool*

History و کلیه فایل های اجرایی جهت کنترل دقیق گروه های اجرایی.

- ۱۰- نظارت بر کلیه کارهای فنی سایت و در صورت نیاز پشتیبانی فنی گروه های اجرایی.
- ۱۱- شرکت در کلیه جلسات اجرایی داخلی و خارجی و دادن پیشنهادات موثر جهت انجام گرفتن بهتر کار.
- ۱۲- نظارت بر کلیه کارهای دفتر فنی شاپ ساخت اسپول، شاپ تعمیرات و شاپ سند بلاست و رنگ.
- ۱۳- پی گیری کلیه مغایرت های سایت از لحاظ نقشه ای و فنی و ارجاع آنها به کارفرما. معمولاً این کار در فرمت های خاص مثل (*JCRF, Technical Query*) صورت می گیرد.
- ۱۴- در صورت نیاز تهیه دستورالعمل های اجرایی برای کارهای خاص
- ۱۵- تهیه *Lifting Plan* در عملیات نصب تجهیزات سنگین
- ۱۶- تهیه نقشه های اجرایی، بعضاً نقشه های ارایه شده توسط کارفرما برای انجام عملیاتی کافی نمی باشند در این حالت دفتر فنی نقشه های کمکی را تهیه و به گروه اجرایی ابلاغ می نماید.
- ۱۷- به روز نمودن گزارشات برگشتی از طرف گروه های اجرایی و تلاش در جهت رفع مشکلات احتمالی سایت
- ۱۸- کمک در تهیه و تنظیم گزارشات هفتگی و ماهانه مدیریتی و غیره.
- ۱۹- پی گیری تعهدات قراردادی و مدیریتی و تبصره ها و الحاقیه های ذکر شده در صورت جلسه ها.
- ۲۰- طبق شرایط قراردادی، تهیه نقشه های *As Built*

۳-۵ گروه کنترل کیفیت: (*QC (Quality Control Crew*)

- همچنانکه از اسم اش پیداست کار اصلی *QC* بازرسی و نظارت کیفیتی بر کلیه کارهای اجرایی سایت می باشد. قبلاً در بحث های اجرایی و کارهای گوناگون در مراحل مختلف کار، نقش ناظران *QC* ذکر گردید. وظایف کلی زیر را می توان برای گروه *QC* برشمرد.
- ۱- علاوه بر کارهای نظارتی کیفیتی و دادن راهنمایی های موثر جهت بهتر و درست تر انجام دادن کار، نیروهای *QC* وظیفه گزارش کردن میزان و مقدار کارهای کارشده و تحویل دادن کار در هر مرحله را نیز در فرمت های خاص *FIN* و *FIR* طبق *ITP* خواهند داشت.

تعاریف:

الف: *ITP* (*Inspection and Test plan*) مدرک معتبری است که اساس کار گروه *QC* را رد پروژه ها تشریح می نماید. این مدرک توسط مشاوران *QC* کارفرما تهیه می گردد و بیان کننده کلیه مراحل بازرسی و تحویل کار برای کلیه کارهای در جریان سایت در کلیه زمینه ها می باشد. *ITP* شامل کلیه فرمت های هر کدام از بازرسی ها و فرمت گزارشات می باشد. در *ITP* برای هر کدام از کارها و مراحل اجرایی یک کد *ITP NO.* تعریف شده که معرف آن کار خاص در آن سایت می باشد.

ب: *FIN* (*Filde Inspection Notice*) سندی می باشد که وقتی کاری به اتمام رسید یا کاری حواست شروع شود، از طرف پیمانکار صادر می گردد. *FIN* به منزله دعوت ناظران کار فرما برای بازرسی خواهد بود. بعضی از کارها مثل نصب تجهیزات که بازرسی مستلزم پایان یافتن مراحل کار می باشد در پایان هر مرحله کاری و هر تجهیز بایستی *FIN* صادر گردد. ولی برای کارهایی که بصورت پیوسته در جریان هستند مثل جوشکاری، فیتاپ، رنگ و غیره *FIN* به صورت هفته ای صادر خواهد شد. نمونه فورمت *FIN* در *CD* پیوستی آورده شده است.

ج: *FIR* (*Filde Inspection Report*) این مدرک در مورد کارهایی است که بصورت مرحله ای انجام می پذیرد، (نتایج کار بایستی در آن ذکر شود) صادر می گردد. هر کاری فرمت خاص خودش را دارد و ناظر در صورت که نتایج در تکرانس های ذکر شده باشند *FIR* را به منزله پذیرش آن مرحله از کار امضاء خواهد نمود. در مورد کارهایی که بصورت مقداری هستند گزارشات روزانه همان *FIR* خواهند بود.

توجه: برای کلیه کارهای پیوسته فرمت های خاصی برای گزارش دادن موجود می باشد که نمونه های آنها بصورت فایل در *CD* پیوست آورده شده اند. (جوش، فیتاپ، رنگ، عایق، سندبلاست، راپینگ، ساپورت ...)

۲- نیروهای *QC* و اپراتورهای کامپیوتری *QC* وظیفه دارند که همه این گزارشات را صادر و بعد از تایید یک کپی بعنوان مدرک *Back up* در آرشیو *QC* نگهداری کنند. نتایج بصورت کامپیوتری باید ثبت و نگهداری شوند.

۳- هم چنین کلیه درخواست ها برای تست های لوله کشی مثل MT, UT, PT, RT از طریق QC پی گیری خواهد شد و نتایج $Backlog$ (عقب افتادگی) نیز در فایل مربوطه کنترل و ثبت می گردد.

۴- QC بایستی بفرایند استخدام جوشکاران و فرستادن آنها برای تست و اخراج یا رفتن آنها نظارت کامل داشته باشد.

۵- داشتن فایل هایی که بتوان ، مقادیر کارهای انجام شده را از روی گزارشات روزانه بصورت مجموع در هر زمان محاسبه کنند. ($Joint\ history$)

۶- همکاری کامل با کلیه گروهها جهت پیشرفت کار و پروژه.

۷- همکاری با دفتر فنی و برنامه ریزی و کنترل پروژه جهت نوشتن صورت وضعیت.

۵-۴ برنامه ریزی و کنترل پروژه : ($Control\ Project$)

گروه برنامه ریزی و کنترل پروژه در صورت پیگیری مناسب و نهادینه شدن آن در کارگاهها و سایتها از مهمترین بخش های یک پروژه می باشد. این گروه به علت اینکه از خارج گود و به عنوان ناظر زمانی به کارهای اجرایی نگاه می کند می تواند مشکلات را بهتر از نیروهای اجرایی درک نموده و نسبت به حل آنها با گروه ها مشاورت نماید. از عمده کارهایی که گروه برنامه ریزی و کنترل پروژه خواهند داد می توان ایتام های زیر را برشمرد.

۱- تهیه برنامه زمان بندی کل پروژه ($Overall\ Plan$) با هم فکری و هماهنگی با کارفرما در مورد زمان بندی آن.

۲- ریز کردن برنامه زمانی کلی براساس نوع کار و نواحی مختلف و هماهنگی و هم فکری کارشناسان دفتر فنی و اجرایی در این زمینه ها بعد از نهایی کردن برنامه ها، ابلاغ آنها به گروه های اجرایی البته باید در این برنامه ها فاکتور مهم رسیدن متریال به سایت نیز به دقت لحاظ گردد.

۳- کنترل پیگیری نحوه انجام کار و گرفتن گزارشات روزانه، پی گیری مشکلات و ارجاع و بولد کردن مشکلات برای مدیران سطح بالاتر.

۴- تهیه گزارشات پیش رفت کار بصورت روزانه ، هفتگی و ماهانه بصورت خلاصه در فرمت های متنوع آماری و دیاگرامی (میله ای و نموداری)

- ۵- تحلیل گزارشات و پیدا نمودن گلوگاه ها (*Bottle Neck*) و هم فکری با دفتر فنی و مدیران اجرایی جهت بر طرف نمودن گلوگاه ها
- ۶- همکاری در تهیه صورت وضعیت و پی گیری وصول آن
- ۷- داشتن برنامه برای وصول *Claim* ها و همکاری با دفتر فنی
- ۸- مشخص کردن عقب افتادگی ها در کلیه زمینه ها و داشتن برنامه برای جبران آنها (*Cath up Plan*)

۵-۶ گروه ایمنی: (HSE)

HSE مخفف کلمات *Health Safety Enviroment* به معنی سلامتی ، ایمنی و محیط زیست می باشد. معمولاً در سایت ها برای از جلو گیری از هر گونه عملیات غیر سالم ، غیر ایمن و صدمه به محیط و دادن راهنمایی هایی در این زمینه ها و پی گیری شرایط سالم محیط و سایت برای کار کردن و بارداشتن افراد از انجام دادن کارهای فردی خطرناک در سایت، گروه **HSE** وارد عمل خواهد شد. سوپروایزرها و افسران ایمنی همیشه در سایت حضور خواهند داشت و مشغول گشت زنی و تذکر دادن و ارایه راه حل درست و راهنمایی افراد خواهند بود.

معمولاً در هر سایت دوره های مقدماتی **HSE** برای کلیه افراد بدون استثناء به محض ورود به سایت و استخدام در شرکت ها برگزار می گردد. هدف از این دوره ها آشنا کردن و گوش زد کردن انواع خطراتی است که در صورت سهل انگاری و رعایت نکردن دستورالعمل های ایمنی می تواند برای افراد مشغول در یک سایت پیش آید.

دوره های تخصصی با توجه به نوع کار و خطرات بیشتر برای افراد مشغول در آن رشته ها در سایت برگزار می شود و بدون داشتن گواهی شرکت کردن افراد در این دوره ها از کارکردن افراد در این کارهای خاص جلوگیری می شود (نفرات برقکار، اپراتور و ریکرهای جرثقیل، راننده ها، اسکافولدهنده ها، افسران **HSE** ، مدیران سایت و اجرایی، کار در محیط های بسته ، نیروهای **RT**). هر شرکت پیمانکاری بسته به تعداد پرسنل (یک افسر برای پنجاه نفر) بایستی افسر و سوپروایزر ایمنی داشته باشد. افسرهای ایمنی بایستی با کار آشنا و نقاط خطرناک را

تشخیص و در مواقع لزوم به افراد تذکر و حتماً برای انجام کار صحیح پیشنهادات ارایه دهند. بطور خلاصه وظایف گروه ایمنی به شرح زیر خواهد بود.

- ۱- انجام ورزش های صبحگاهی
- ۲- دادن توضیحات و گوش زد کردن خطرات در اول شیفت های کاری (*Toolbox Meeting*)
- ۳- چک کردن کلیه تجهیزات (ابزار آلات الکتریکی و مکانیکی ، جرثقل هاو چین بلاک ها ، تابلو های برق و...)
- ۴- نظارت بر کارهایی که جهت بهتر شدن شرایط کار انجام می پذیرد (آب آشامیدنی، کیفیت و نوع غذا، آب پاشی جاده ها، نظافت سرویس های بهداشتی، جمع آوری آشغال ها ...)
- ۵- فرستادن پرسنل مربوطه به دوره های تخصصی و کنترل شرایط آموزشی پرسنل
- ۶- گرفتن مجوزهایی که به *HSE* مربوط می شوند و هماهنگی با *HSE* کارفرما (کاردر ارتفاع، کار در محیط های بسته، بستن جاده، کار در شب، مجوز جرثقیل ها، مجوزهای اسکافولد)
- ۷- سفارش و نظارت بر خرید کلیه لوازم ایمنی (*PPE*)
- ۸- نظارت بر استفاده کلیه پرسنل اجرایی از *PPE* های خاص هر رشته
- ۹- نوشتن گزارش حوادث در صورت پیش آمد.
- ۱۰- گزارش دادن کارهای ناایمن افراد در صورت تکرارهای مکرر و عدم رعایت (لازم به توضیح است که *HSE* کارفرما می تواند حتی سایت منیجر یک شرکت را اخراج نماید و اسم افراد را در لیست سیاه *black list* قرار دهد . اسامی موجود در لیست سیاه دیگر نمی توانند در آن پروژه و سایت مشغول بکار شوند.)
- ۱۱- نظارت بر عبور و مرور وسایل نقلیه در سایت (وظایف پلیس راهنما و رانندگی در سایت). معمولاً حداکثر سرعت در سایت ۳۰ کیلومتر بر ساعت و سبقت گرفتن اکیدا ممنوع می باشد.

پیوست ها

پیوست ۱:

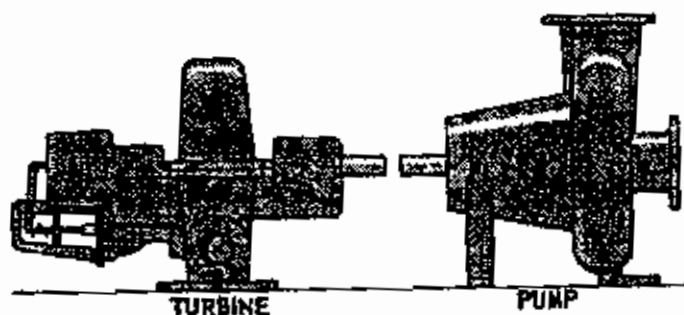
کوپلینگ ها

از کوپلینگ ها جهت متصل کردن دو محور در حال دوران برای انتقال قدرت در ماشین آلات روتاری استفاده می شود.
در شکل ۱ کاربرد کوپلینگ نشان داده شده است.



شکل ۱: معرفی کوپلینگ

A کوپله نشده، B کوپله سر خود (Close-Coupled) و C کوپله شده (Coupled)

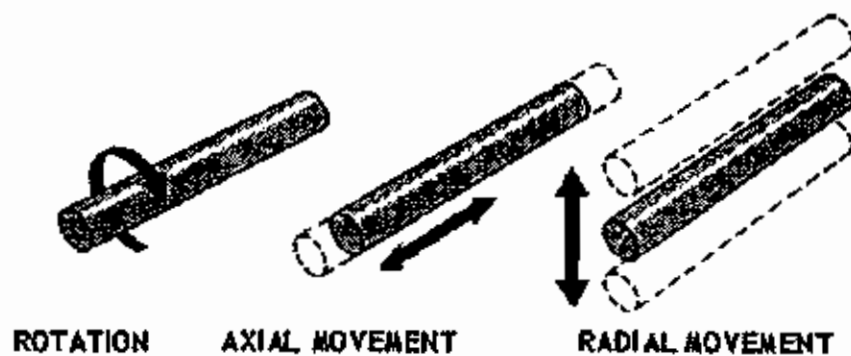


شکل ۲: نمونه ای دیگر از حالت های کوپله شدن دستگاه ها

بطور کلی کوپلینگ ها به دو گروه صلب و انعطاف پذیر تقسیم می شوند . که جهت اطلاعات دقیق تر از شرایط طراحی و انتخاب باید به استاندارد ها مراجعه نمود. در انتخاب کوپلینگ عوامل زیادی موثر می باشد از جمله میزان ترک انتقالی، جابجایی های محوری و شعاعی، هزینه، تعمیرات، شرایط فنی دستگاه ، شرایط محیطی و حرارتی و غیره .

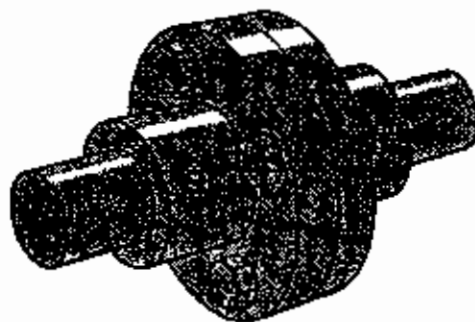
در شکل ۳ انواع جابجایی محوری نشان داده شده است که این جابجایی ها می توانند با غیر همراستایی ترکیب شوند یا اینکه باعث غیر همراستایی شوند.

در شکل ۴ نمونه هایی از کوپلینگ های صلب نشان داده شده اند. این نوع فلنجی برای فواصل کم استفاده می شود که در حالتی که فاصله زیاد باشد از فلنج (هاب) و *Spacer* (اسپول مانند) شکل ۵ استفاده می گردد.

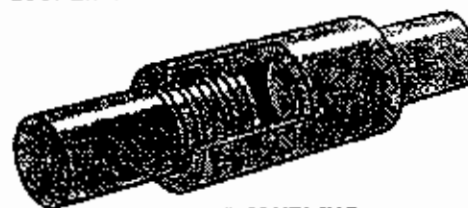


شکل ۳: انواع جابجایی های محوری

The drawings below show two basic types of rigid couplings.



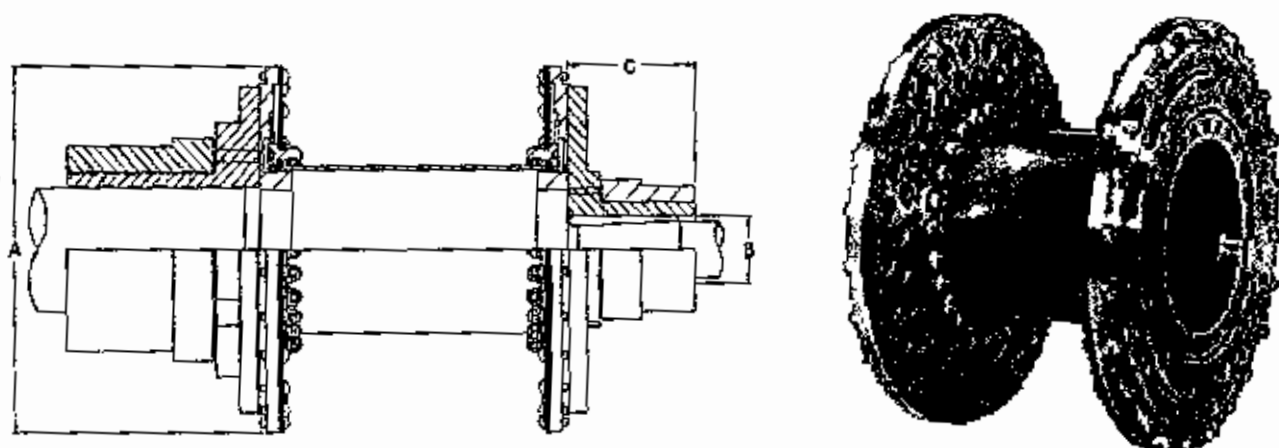
FLANGE COUPLING



SLEEVE COUPLING

شکل ۴: نمونه هایی از کوپلینگ های صلب

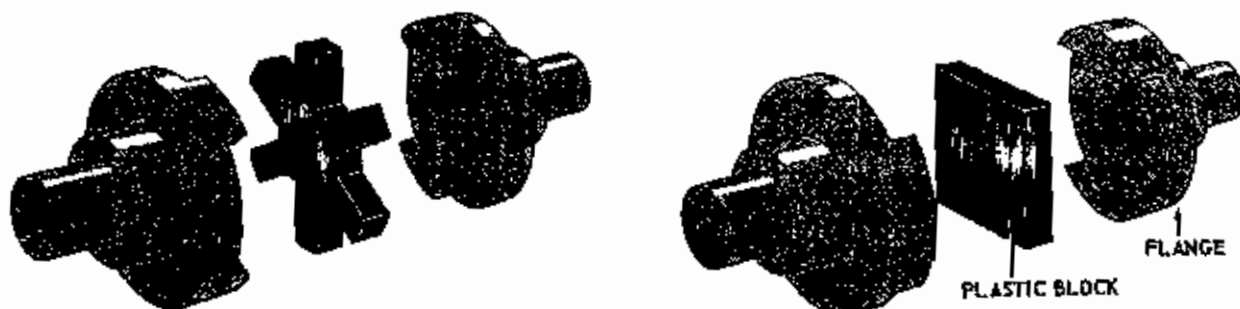
در شکل های ۴الی انواع کوپلینگ های انعطاف پذیر نشان داده شده اند. در شکل ۶ کوپلینگ انعطاف پذیر که از یک بلوک پلاستیکی برای کوپله کردن استفاده می شود آورده شده است. این نوع کوپلینگ ها جذب کننده ارتعاش و تا حدودی هم جابجایی های محوری را می گیرد. اما بعلت سایش قطعه پلاستیکی تعمیرات و تعویض زیاد اتفاق می افتد.



شکل ۵: نمونه ای از اسپیسر کوپلینگ های صلب

Flexible couplings have at least one part that can flex or give.

This drawing shows a basic flexible coupling.



This drawing shows another basic flexible coupling.

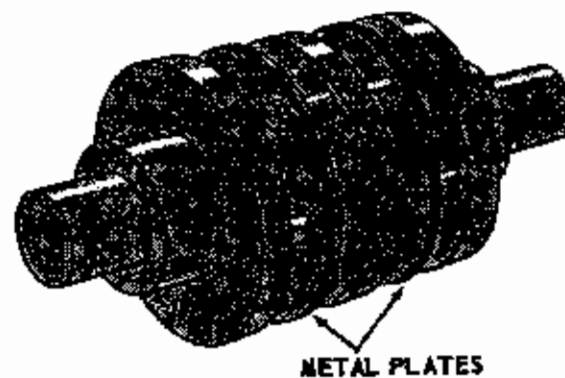


شکل ۶: نمونه هایی از کوپلینگ انعطاف پذیر دارای بلوک پلاستیکی

در شکل ۷ نمونه دیگری از کوپلینگ های انعطاف پذیر که دارای صفحات فلزی فنری شکل است آورده شده است. در این نوع کوپلینگ از مکانیزم فشاری خاصی استفاده شده که جابجایی های طولی و حرارتی را جذب می کند.

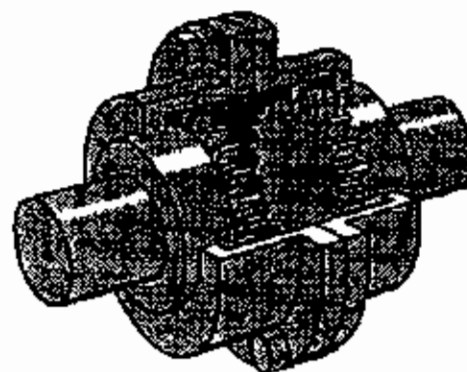
در شکل ۸ کوپلینگ انعطاف پذیر چرخ دنده ای نشان داده شده است که براحتی جابجایی های محوری و حرارتی را جذب می کند اما به علت سر و صدای بیش از حد و امکان سایش و خرابی زود رس خیلی مورد استفاده واقع نمی شوند.

در شکل ۹ کوپلینگ انعطاف پذیر مفصلی که جذب کننده جابجایی های محوری و شعاعی می باشد نشان داده شده است. اما در میزان قدرت انتقالی محدودیت دارند.

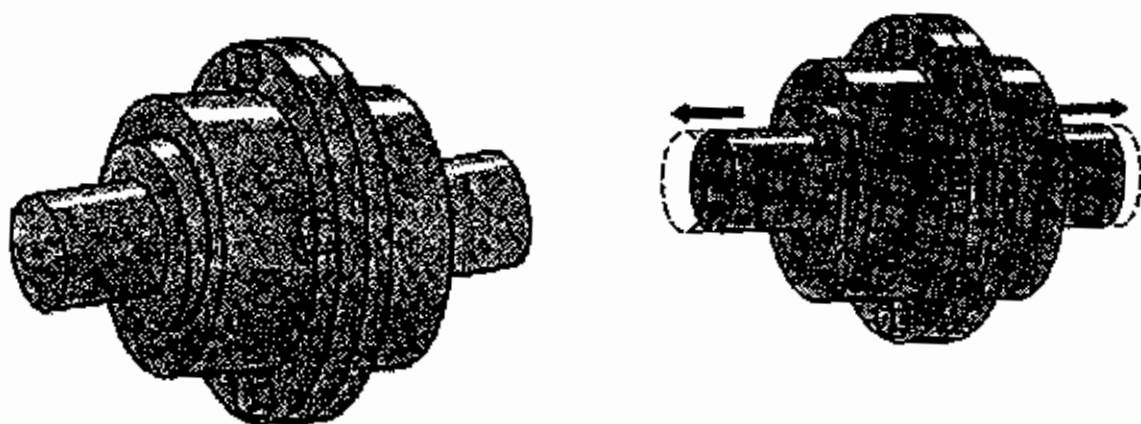


شکل ۷: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر دارای ورقه های فلزی فنری

Gears are mounted on the ends of these shafts.



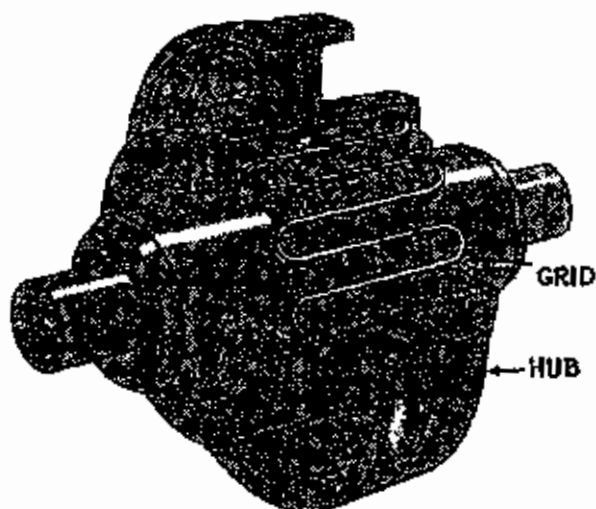
شکل ۸: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر چرخ دنده ای



شکل ۹: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر مفصلی

در شکل ۱۰ کوپلینگ انعطاف پذیر تیغه ای (حلقه ای) که می تواند مقداری از گشتاور را نیز مستهلک کند نشان داده شده است.

This steel-grid coupling is a torque-cushioning coupling.



شکل ۱۰: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر تیغه ای

در شکل ۱۱ کوپلینگ انعطاف پذیر لاستیکی که می تواند همه نوع جابجایی را جذب کند و مقداری از گشتاور را نیز مستهلک کند نشان داده شده است.

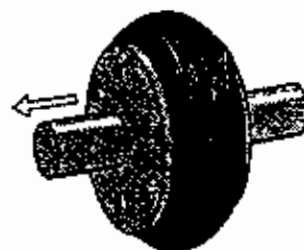
This is another torque-cushioning flexible coupling.

The coupling can handle this misalignment.



The coupling can handle this misalignment.

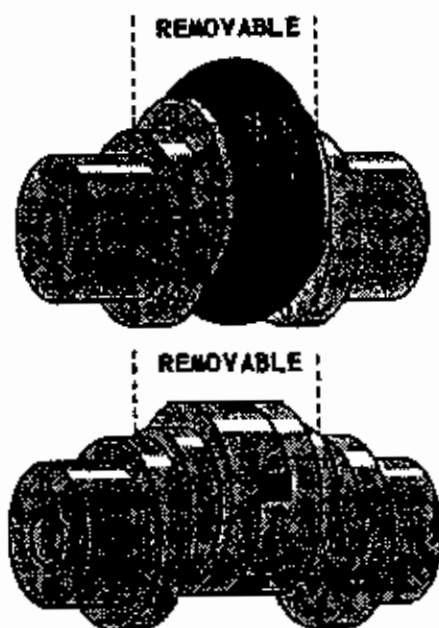
The coupling shown is a flexible tire coupling.



شکل ۱۱: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر لاستیکی

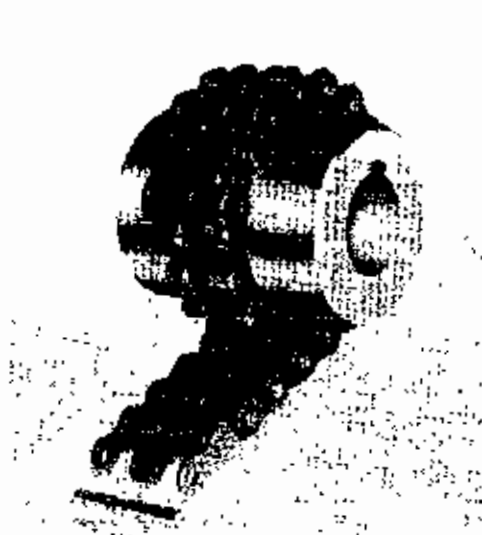
در شکل ۱۲ کوپلینگ انعطاف پذیر لاستیکی قابل برداشتن با فلنج نشان داده شده است.

A coupling with a removable center is often used.

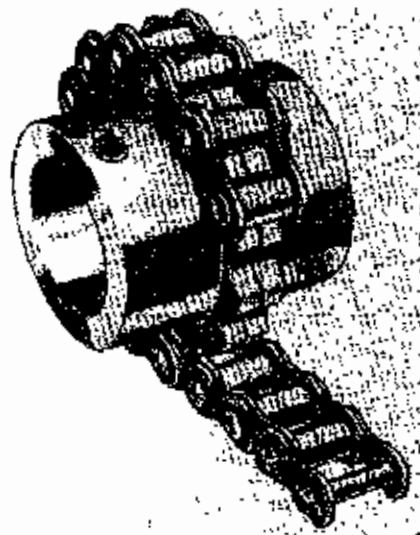


شکل ۱۲: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر لاستیکی قابل تعویض با فلنج

در شکل ۱۳ کوپلینگ انعطاف پذیر زنجیری یک ردیفه و دو ردیفه نشان داده شده است.



(a) Double Strand Roller Chain Coupling



(b) Single Strand Roller Chain Coupling

شکل ۱۳: نمونه ای از کوپلینگ انعطاف پذیر زنجیری

پیوست ۲:

طبقه بندی پمپ های سانتریفیوژ بر اساس API 610

CENTRIFUGAL PUMP TYPES

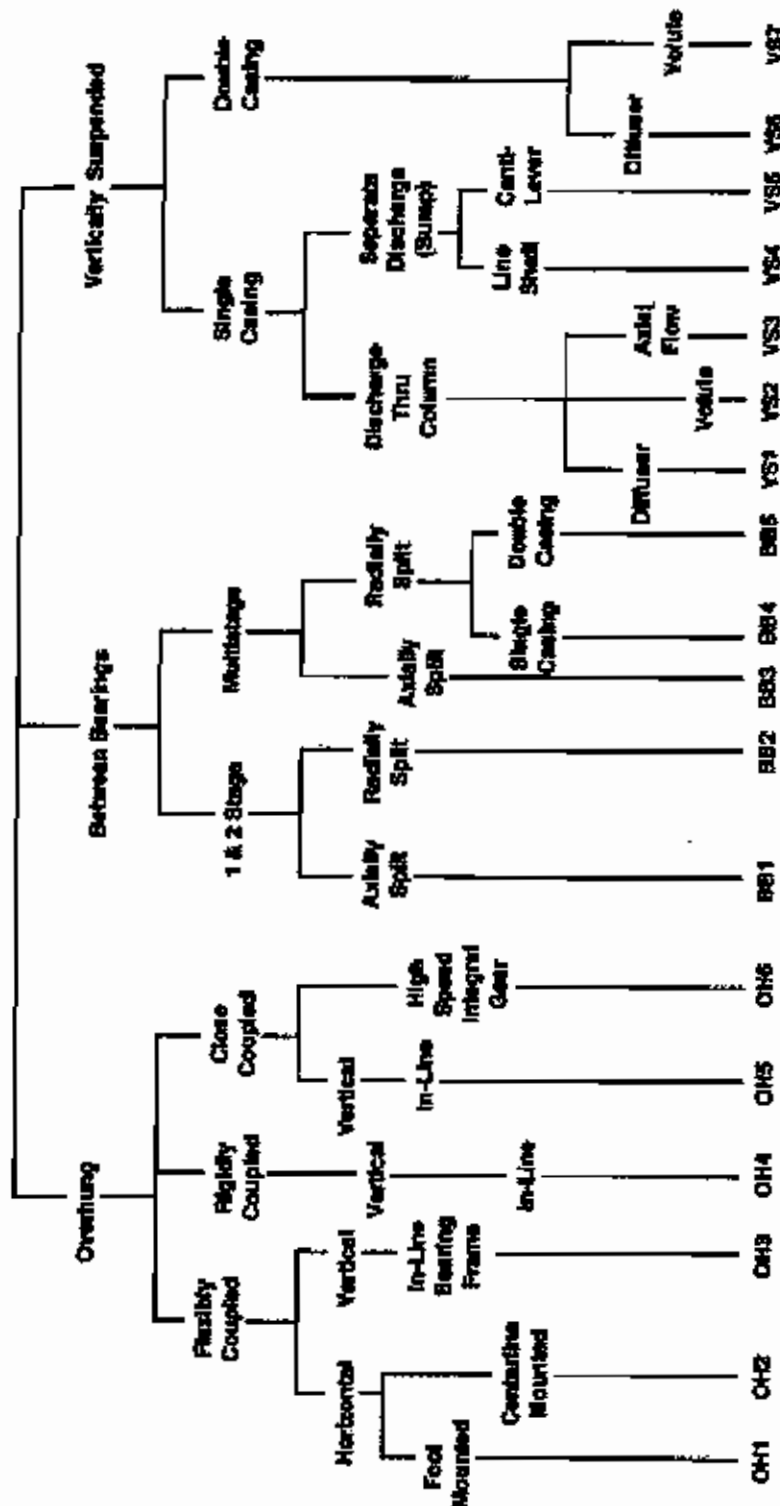


Figure 1-1--Pump Classification Type Identification

**BASIC TYPE
(PUMP)**

CODE

SPECIFIC CONFIGURATION

ILLUSTRATION

Overhung

OH1*

Foot mounted



OH2

Centerline mounted



OH3

Vertical in-line
separate bearing frame



OH4*

Vertical in-line
rigidly coupled



OH5*

Vertical in-line
closed coupled



OH6

High speed integral gear



* See 1.1.2.

Figure 1-2—Basic Pump Types

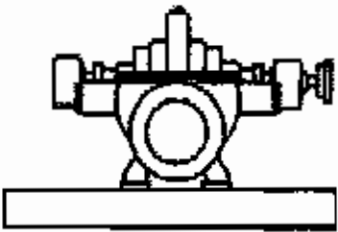
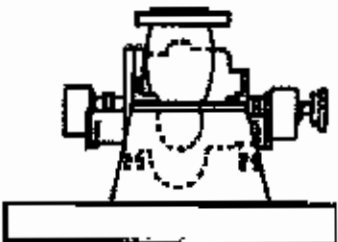




BASIC TYPE (ROTOR)	CODE	SPECIFIC CONFIGURATION	ILLUSTRATION
Between Bearings	BB1	Axially split, 1 and 2 stage	
	BB2	Radially split, 1 and 2 stage	
	BB3	Axially split, multistage	
	BB4 BB5	Radially split, multistage: Single casing Double casing	
Vertically Suspended	VS1	Wet pit, diffuser	
	VS2	Wet pit, volute	

Figure 1-2—Basic Pump Types (Continued)





BASIC TYPE (ROTOR)	CODE	SPECIFIC CONFIGURATION	ILLUSTRATION
Vertically Suspended (continued)	V83	Wet pit, axial flow	
	V54 V55	Vertical pump: Line shaft Cantilever	
	V56	Double casing offshore	
	V57	Double casing volute	

Figure 1-2—Basic Pump Types (Continued)

پیوست ۳:

چک لیست های بازرسی هنگام رسیدن تجهیزات به سایت

APPENDIX B—MACHINERY RECEIVING AND PROTECTION CHECKLIST

Project No.:	Equip. Tag No.:	Report No.:
Prepared By:	Storage Location:	Date:
Equipment Description:		

Initials Date

1.4 Jobsite Receiving and Inspection

1.4.a Visual inspection for physical damage or contamination.

Comments (before unloading): _____

Comments (after unloading): _____

- | | | | |
|-------|---|-------|-------|
| 1.4.b | Shipping protection intact? | _____ | _____ |
| 1.4.c | Have offsite (shop) inspections been made? | _____ | _____ |
| 1.4.d | Loose components/packages match packing lists? | _____ | _____ |
| 1.4.e | Are special handling instructions required (and carried out)? | _____ | _____ |
| 1.4.f | Components properly identified? | _____ | _____ |
| 1.4.g | Do components comply with project requirements? | _____ | _____ |
| 1.4.h | Flange faces undamaged and properly coated? | _____ | _____ |
| 1.4.i | Plugs/caps in place, desiccants unsaturated, and equipment lubricated? | _____ | _____ |
| 1.4.j | For inert gas purged equipment, is the required pressure still applied? | _____ | _____ |
| 1.4.k | Worst surfaces clean and coated? | _____ | _____ |
| 1.4.l | Tapped openings in stuffing boxes and gland plates sealed? | _____ | _____ |
| 1.4.m | Impact measuring devices inspected? | _____ | _____ |
| 1.4.n | Damage reports completed and issued to shipper/vendor? | _____ | _____ |

1.5 General Instructions—Jobsite Protection

- | | | | |
|-------|---|-------|-------|
| 1.5.1 | Are manufacturer's recommendations for storage and protection available?
Note: If so, the manufacturer's recommendations take precedence, but continue to follow this checklist for items not covered by the manufacturer. | _____ | _____ |
| 1.5.2 | Equipment/material free of ground contact? Laydown area graveled as a minimum! | _____ | _____ |
| 1.5.3 | For outdoor storage, is equipment on timber? | _____ | _____ |
| 1.5.4 | Protective coverings allow free air circulation and prevent collection of water?
Note: Reuse delivery packaging, if possible. | _____ | _____ |

EQUIPMENT NO.: _____

		Initials	Date
1.5.8	Carbon and low alloy steel protected from corrosive or wet atmospheres?	_____	_____
1.5.11	Special parts and tools tagged and handed over to User?	_____	_____
1.5.12	Equipment protected from construction operations such as chipping, sanding, painting, rigging, welding, and so forth.	_____	_____
1.5.13	For periodic rotation of equipment, are shipping blocks, desiccant bags, and protective plastic clear of moving parts? Is equipment properly lubricated for rotation?	_____	_____
1.5.14	Have proper preservatives been selected?	_____	_____
1.5.15	Nitrogen purge in place for special purpose equipment or where specified? Use Appendix C for logging of purge inspections.	_____	_____
1.5.16	All cavities, cooling passages, and so forth, drained of water to prevent freezing?	_____	_____
1.5.17	Dirt, ice, and salt removed?	_____	_____
1.5.18	Unless stated differently in subsequent sections on specific equipment, the following applies:	_____	_____
1.5.18.a	Oil lubed bearing housings, seal housings, stuffing boxes, hydraulic equipment, and gear cases fogged and 1/4 filled with approved oil?	_____	_____
1.5.18.b	When specified, measure and record TAN number.	_____	_____
1.5.18.c	Exposed carbon steel coated with type A, B, or D preservative? Machined surfaces coated with type A, B, or D and wrapped with waxed cloth?	_____	_____
1.5.18.d	Grease lubed bearings greased by the manufacturer?	_____	_____
1.5.19	Oil mist system required?	_____	_____
1.6	Lubricants and Preservatives		
1.6.2	Are selected preservatives compatible with elastomeric parts, seals, gaskets, and so forth?	_____	_____
1.6.3	MSDSs on file and hazards reviewed?	_____	_____
1.7	Bolts		
1.7.1	Loose bolts, nuts, and fasteners identified and stored in sheltered area?	_____	_____
1.7.2	Preservative applied to nongalvanized or plated items?	_____	_____
1.8	Spare Parts		
1.8.1	Spare parts inventoried and issued to User upon receipt?	_____	_____
1.9	Auxiliary Piping For Rotating Equipment		
1.9.1	Pipe components coated internally and externally for long-term storage?	_____	_____
1.9.2	Flanges inspected and coated?	_____	_____
1.9.3	Valves inspected and coated? Ball valves in open position? Gate and globe valves in closed position and stored horizontal?	_____	_____

EQUIPMENT NO.: _____

		Initials	Date
1.10 Compressors—General			
1.10.2 Watertight covers on all openings?		_____	_____
1.10.3 Are intermediate rotor shaft supports required?		_____	_____
1.10.4 Is vertical storage of rotating elements required by the manufacturer?		_____	_____
1.10.5 Preservatives and procedures for refrigeration, oxygen, and chlorine service approved by manufacturer?		_____	_____
1.11 Reciprocating Compressors			
1.11.1 Exposed rods, eccentrics, plungers, and machined surfaces coated?		_____	_____
1.11.2 Nonlubed compressors nitrogen purged, not contaminated with preservatives?		_____	_____
1.11.3 Covers on openings in cylinders and crankcase undamaged? If damaged, check for water or dirt inside.		_____	_____
1.11.4 For field assembled compressors, have loose components been properly cleaned and preserved? Have carbon rings and rod packing been left out until just prior to initial operation?		_____	_____
1.11.5 Lubrication through force feed lubricators or drip feed lubricators, and/or through manually priming main oil pump once per week?		_____	_____
1.12 Centrifugal Compressors			
1.12.1 Is bearing housing properly lubricated and preserved?		_____	_____
1.12.2 Have the lubricant fill points, sight glass, and piping been checked for leaks?		_____	_____
1.12.5 Has a nitrogen purge, or vapor phase inhibitors and desiccant been applied per 1.12.6?		_____	_____
1.13 Fans and Blowers			
1.13.1 Have all exposed low alloy surfaces and shafts been coated with preservative?		_____	_____
1.13.2 Bearing housing oil level correct?		_____	_____
1.13.5 Weatherproof covers installed?		_____	_____
1.14 Gearboxes			
1.14.1 Is gear box full of manufacturer's recommended oil?		_____	_____
1.14.2 Have machined surfaces and shafts been coated?		_____	_____
1.14.3 Has a nitrogen purge been applied, when specified?		_____	_____
1.15 Pumps—General			
1.15.1 Coupling parts, except elastomers, coated?		_____	_____
1.15.2 Have flange surfaces been inspected and coated?		_____	_____
1.15.3 Have loose components been tagged?		_____	_____

EQUIPMENT NO.: _____

		Initials	Date
1.16 Centrifugal Pumps			
1.16.1	Have all openings been covered?	_____	_____
1.16.2	Have bearing brackets been filled with oil?	_____	_____
1.16.3	Have low alloy pump casings been coated?	_____	_____
1.16.4	Barrier fluid piping filled?	_____	_____
1.17 Vertical Suspended Pumps			
1.17.1	Has preservative been applied to shaft journals at sleeve bearing and thrust disc?	_____	_____
1.17.2	Bearing brackets completely filled?	_____	_____
1.17.3	Bowl assembly, barrel flange, discharge head flanges, stuffing box, and unathined surfaces coated?	_____	_____
1.17.5	Weatherproof covers installed on all openings?	_____	_____
1.18 Reciprocating Pumps			
1.18.1	When recommended by manufacturer, have pistons and rods been removed, coated, tagged, and stored in covered area?	_____	_____
1.18.2	Has rod packing been removed and tagged, when required?	_____	_____
1.18.3	Have suction and discharge valves been removed, coated, and tagged?	_____	_____
1.18.4	Has crankcase been filled with preservative?	_____	_____
1.18.5	Have cylinder and distance piece walls been coated?	_____	_____
1.18.6	Exposed shafts coated?	_____	_____
1.19 Steam Turbines			
1.19.1	Have stuffing box, shaft in packing area, and flange gasket surfaces been coated?	_____	_____
1.19.3	Are weatherproof covers on all openings?	_____	_____
1.19.4	Have internals been inspected for cleanliness?	_____	_____
1.19.5	Have loosely shipped components been tagged?	_____	_____
1.19.6 General Purpose Turbines			
1.19.6.1	Have carbon rings been removed, tagged, and stored indoors?	_____	_____
1.19.6.2	Have shaft journals been lubricated?	_____	_____
1.19.6.3	Have bearing housings been filled?	_____	_____
1.19.6.4	Have exposed shafts been coated?	_____	_____
1.19.6.5	Has governor been filled with manufacturer's approved fluid?	_____	_____
1.19.7 Special Purpose Turbines			
1.19.7.1	Have valve racks, cam, and cam followers been inspected and coated?	_____	_____
1.19.7.2	Have bearing housings, shaft journals, and thrust bearing discs been coated?	_____	_____

EQUIPMENT NO.: _____

1.19.7.3 Have exposed shafts been coated? _____

1.19.7.4 Has the nitrogen purge been applied? _____

1.20 Motors

1.20.1 Have motors been inspected and tagged? _____

1.20.1.a Has an insulation test been made and logged? Have oil levels been checked? _____

1.20.2.3 Has shaft been coated? _____

1.20.2.4 Have seal areas been covered with waxed cloth? _____

1.20.2.5 Have motor baseplate or feet been coated? _____

1.20.2.6 Have nonweatherproof motors been stored indoors? _____

1.20.2.7 Have space heaters been energized? Have warning signs been posted? _____

1.21 Instrumentation

1.21.1 Do instruments comply with specifications, and are they properly tagged? _____

1.21.2 Are loose instruments stored in a dry enclosed area, in original factory packaging? _____

1.21.3 Can premounted instruments be stored outdoors? _____

1.21.4 Are electronic instruments stored in a dry heated room? _____

1.21.5 Are pneumatic instruments stored in a dry area? _____

1.21.6 Are instrument cases and local control panels stored in a dry heated room? _____

1.21.8 Are thermometers, pressure gauges, and gauge glasses protected from physical damage? _____

چک لیست های بازرسی شرایط قبل و بعد گروت ریزی تجهیزات

Section 4—Grouting Checklists

4.1 Machinery Installation Pregrout Setup Checklist

INITIALS/DATE

Anchor Bolt Preparation

- _____ 3.5.2 Anchor bolt sleeves are clean and dry and filled with a non-bonding moldable material
- _____ 3.5.2 Anchor bolts are not tilted or bolt-bound and are perpendicular with respect to the bottom of the baseplate/soleplate.
- _____ 3.5.3 Foundation anchor bolt threads are undamaged.
- _____ 3.5.3 Foundation anchor bolt threads have been wrapped with duct tape for protection.
- _____ 3.5.4 All anchor bolt locations and projections have been verified.

Foundation Preparation

- _____ 3.6.1 An adequate weather-protective cover has been constructed over the areas to be grouted.
- _____ 3.6.2 Concrete foundation is roughened up and all laitance removed for a good grout bond.
- _____ 3.6.2 The minimum grout thickness under any portion of the baseplate/soleplate will be 25-50 millimeters (1-2 inches).
- _____ 3.6.2 Foundation is free of structural cracks.
- _____ 3.6.3 All grout forms have been provided with 25-millimeter (1-inch) 45-degree chamfer strips at vertical corners and horizontal edges.
- _____ 3.6.4 Concrete grout areas are clean and free of oil, dust, and moisture.

INITIALS/DATE

Grout Forms

- _____ 3.7.1 Grout forms are of adequate strength to support the grout.
- _____ 3.7.3 Inside surfaces of grout have three coats of paste wax applied.
- _____ 3.7.4 Grout forms have been sealed to the foundation to prevent leaks.
- _____ 3.7.5 Grout forms have 25-millimeter (1-inch), 45-degree chamfer strips at all vertical corners and at the horizontal surface of the grout.

Mounting Plate Design Verification

- _____ 3.8.2 Baseplate/soleplate has 50-millimeter (2-inch) minimum radiused corners.
- _____ 3.8.3 Anchor bolts have 3-millimeter (1/8-inch) annular clearance in baseplate or soleplate holes.
- _____ 3.8.4 All pump and other small baseplates have been provided with vertical leveling screws.
- _____ 3.8.5 Baseplates have been provided with one 10-centimeter (4-inch) minimum grout filling hole in the center of each bulkhead section and one 12-millimeter (1/2-inch) vent hole.
- _____ 3.8.6 Baseplates have sufficient grout and air vent holes in each compartment to allow for proper grouting.
- _____ 3.8.7 Elevation adjustment nuts will not be permanently grouted.
- _____ 3.8.8 Baseplate leveling jack-screws have been provided with stainless steel leveling pads.

INITIALS/DATE	Mounting Plate Design Verification (continued)
_____	3.8.9 Baseplate welds are continuous and free of cracks.
_____	3.8.10 All grout pour and vent holes are accessible.

Mounting Plate Preparation

_____	3.9.1.1 Baseplate/soleplate has been blasted and all grouting surfaces prepared in accordance with the grout manufacturer's recommendations.
_____	3.9.1.2 Three coats of paste wax have been applied to all surfaces where grout bond is not desired. These surfaces include jackscrews, grout forms, and coupling guard bolts.
_____	3.9.1.3 All miscellaneous mounting plate holes are plugged to prevent the entrance of grout.
_____	3.9.1.4 Equipment to be grouted is isolated and in a strain-free condition with all piping, conduit, and so forth, disconnected.

Expansion Joints

_____	3.9.2.1 Expansion joints placed on 1.4- to 2.8-meter (4- to 6-foot) intervals.
_____	3.9.2.2 Expansion joints fixed into position such that they will not move when grout is poured.

Soleplate Installation and Leveling

_____	3.9.3.1 The elevation to the top of equipment baseplate or soleplate referenced to the civil benchmark is in agreement with the construction grout drawing.
_____	3.9.3.7 All shims used in subsoleplates are AISI Standard type 300 stainless steel.

INITIALS/DATE Soleplate Installation and Leveling (continued)

_____	3.9.3.9 All machined baseplate or soleplate surfaces are level in accordance with the specification, and signed-off Data Sheets for level record have been completed.
-------	---

Baseplate and Installation Leveling API 610 and ASME Pumps, and General Purpose Equipment

_____	3.9.4.1 All baseplate elevations set in accordance with the construction drawings.
_____	3.9.4.2 A preliminary equipment alignment check has been made.
_____	3.9.4.5 All baseplate surfaces are level in accordance with the specification, and signed-off Data Sheets for level record have been completed.

Pregrout Setup

_____	3.12.1 All surfaces in contact with grout are clean, dry, and oil free.
_____	3.12.2 Anchor bolt nuts have been "snugged" into position to prevent baseplate/soleplate flowing.
_____	3.12.3 Anchor bolt sleeves have been filled with flexible mastic material.
_____	3.12.4 Top of anchor bolt sleeve has been packed with a soft moldable material.
_____	3.12.6 Grout form elevation agrees with the construction drawings.
_____	3.12.8 Grouting material is in clean, dry, unopened containers and has been stored at a temperature of approximately 21°C (75°F) for 48 hours prior to grouting.

INITIALS/DATE	Pregrout Setup (continued)
_____	3.12.9 All foundation and metal surfaces are within the temperature range of 18-32°C (65-90°F).
_____	3.12.10 Sufficient quantity of grouting materials are on hand at the jobsite to complete the job (15-25 percent extra).
_____	3.12.11 Clean tools, mixing equipment, and safety supplies are on hand at the jobsite.
_____	3.12.12 Material Safety Data Sheets and personnel protection requirements have been reviewed with all grouting personnel.

EQUIPMENT IDENTIFICATION NUMBER _____

GROUTING INSPECTOR _____

DATE _____

4.2 Machinery Installation Grout Placement Checklist

INITIALS/DATE

- _____ Ambient temperature at beginning of grout pour _____°C (°F).
- _____ Pre-grout meeting has been completed and all personnel understand the grout plan and individual responsibilities.

Grout Mixing

- _____ 3.13.2 Resin and hardener are mixed at 200-250 rpm for the specified time and no air entrainment is indicated.
- _____ 3.13.3 Full bags of aggregate are slowly added to blended resin/hardener liquid and mixed to completely wet-out the aggregate.
- _____ 3.13.3 No partial units of epoxy, resins, hardener, or aggregate used.
- _____ 3.13.4 Grout mixed in a clean, slow-speed (15-20 rpm) portable mortar mixer (or in a wheelbarrow for small pours).

INITIALS/DATE

Mounting Plate Grouting

Grout is placed within its pot life.

Time at beginning of pour:

_____ (AM) (PM).

Time at end of pour:

_____ (AM) (PM).

- _____ 3.14.2 No vibrator is used to facilitate grout placement.
- _____ 3.14.2 Grout pour rate is slow enough to permit air to escape.
- _____ 3.14.3 The grout volume used agrees with the estimated cavity volume.
- _____ 3.14.4 No grout leaks are observed.
- _____ 3.14.5 For special purpose equipment, a grout sample is obtained for each batch mixture (polystyrene cup full) for compressive strength testing. All samples are to be labeled and their batch placement location noted.
- _____ 3.14.7 All grout surface air bubbles are removed.
- _____ 3.14.8 Grout holes and vent holes filled with grout.
- _____ Ambient temperature at end of grout pour _____°C (°F).

4.3 Machinery Installation Post-Grouting Checklist

INITIALS/DATE	Post-Grouting Instructions
_____	3.15.1 Grout is of sufficient hardness to remove forms.
_____	3.15.1 Grout forms remained in place after grouting for 48-36 hours.
_____	3.15.3 Mounting plate jackscrew holes are filled with a flexible material such as RTV silicone rubber.
_____	3.15.4 Grout is checked for "soft-sets" with a dial indicator. Baseplate/soleplate checked for soft foot at each anchor bolt location with a magnetic base dial indicator as anchor bolts are torqued. Base movement does not exceed 0.02 millimeter (0.001 inch).
_____	3.15.5 Expansion joints sealed with elastic epoxy seam sealant.
_____	3.15.6 Top of machinery foundation painted with a grout-compatible nonskid protective coating.
_____	3.15.7 Lubricate all anchor bolt threads liberally and torque anchor bolts in accordance with the manufacturer's recommendations. Anchor bolt size: _____ Torque specification: _____ Installed torque: _____
_____	3.15.8 Ensure that all anchor bolts have full penetration of the anchor bolt nut and a minimum of 2 1/2 threads protrude above the anchor bolt nut.

INITIALS/DATE	Filling Grout Voids
_____	3.16.1 Baseplate "sounded" for voids and all voids repaired. Indicate number of voids found, their size, and their location: _____
_____	3.16.2 Void areas have NPT 1/2 holes installed in opposite corners of void with grease fitting installed in one of the holes.
_____	3.16.3 Grout void fill and vent holes are in "communication."
_____	3.16.3 Dial indicator used on mounting plate to monitor plate movement while filling grout void.
_____	3.16.4 All spilled grout is cleaned up with manufacturer's approved solvent.
_____	3.16.5 Recheck baseplate to ensure that all voids are filled with grout.

EQUIPMENT IDENTIFICATION NUMBER _____

GROUTING INSPECTOR _____ DATE _____

پیوست ۴:

لیست فایل های موجود در CD های پیوست

مقدمه:

در تهیه و جمع آوری مطالب این CD از مراجع زیادی و استانداردهای متعددی همچون *ASEM, API, IPS* (انجمن مهندسان مکانیک امریکا، استاندارد موسسه نفت امریکا و استاندارد شرکت ملی نفت ایران) استفاده شده است.

جمع آوری این مجموعه به این منظور نمی باشد که این مطالب برای همه موضوع ها کامل و جامع می باشند فقط جهت آشنایی و معرفی آورده شده اند که راهنمای استفاده کنندگان باشد.

لیست فایل های CD ۱:

در CD ۱ مطالبی از استانداردهای *ASME, API* به ترتیب زیر آورده شده است.

استاندارد *ASME*

پمپ ها :

ASME B73.1 توصیف پمپهای سانتریفیوژ افقی برای اهداف شیمیایی

ASME B73.2M توصیف پمپهای سانتریفیوژ عمودی خطی برای اهداف شیمیایی

ASME B73.3M توصیف پمپهای سانتریفیوژ افقی بدون آب بند برای اهداف شیمیایی

ASME B73.5M توصیف پمپهای سانتریفیوژ افقی ترمو پلاستیکی و ترموستی برای اهداف شیمیایی

کمپرسور ها:

ASME B19.1 استاندارد ایمنی سیستم های کمپرسور هوا

ASME B19.3 استاندارد ایمنی سیستم های کمپرسور در فرایندهای صنعتی

جرثقیل ها و ابزار آلات لیفتینگ:

ASME B30.2 جرثقیل های سقفی و دروازه ای و قلاب ها

ASME B30.9 قلاب و تسمه و وایر ها

ASME B30.20 سیستم های لیفتینگ فردی

توربین:

ASME B133.3 متعلقات توربین گاز

استاندارد API

پمپ ها:

API 610 پمپ های سانتریفیوژ برای کارهای سنگین سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

API 674 پمپ های جابجایی مثبت رفت و برگشتی سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

API 675 پمپ های جابجایی مثبت حجم کنترل شده سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

API 676 پمپ های جابجایی مثبت روتاری سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

API 681 پمپ ها و کمپرسور های خلا رینگ مایع

API 682 سیستم های آب بندی شفت پمپ ها سانتریفیوژ و روتاری

نصب :

API 686 تجربه های پیشنهادی برای نصب ماشین آلات و طراحی نصب

بازرسی:

API 510 کد بازرسی مخازن تحت فشار ، تعمیرات و بازرسی تعمیرات

API 572 بازرسی مخازن تحت فشار (تاورها، درام ها، راکتورها و مبدل های حرارتی و کنداسورها)

مبدل های حرارتی:

API 660 مبدل های حرارتی شل و تیوب

API 661 مبدل های حرارتی هوا خنک

API 662 مبدل های حرارتی صفحه ای

واحد های چرخ دنده:

API 613 اهداف ویژه برای واحد گیربکس در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

API 677 اهداف عمومی برای واحد گیربکس در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

فن و دمنده ها:

API 673 فن های سانتریفیوژ در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

کمپرسورها:

- API 617 کمپرسورهای محوری و سانتریفیوژ در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی
- API 618 کمپرسورهای جابجایی مثبت رفت و برگشتی در سرویس های صنایع نفت، گاز و
- API 619 کمپرسورهای جابجایی مثبت روتاری در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی
- API 672 پکیج کمپرسور سانتریفیوژ هوا در سرویس های صنایع نفت، گاز و شیمیایی

لیست فایل های CD1:

:IPS

نصورت کامل استاندارد شرکت ملی نفت ایران در کلیه زمینه ها (معماری، سیویل، الکتریکال، فرایند، ابزار دقیق، لوله کشی صنعتی، مکانیکال، مواد، رنگ و پوشش) در بخش های طراحی و نکات اجرایی همراه نقشه های استاندارد در کلیه زمینه ها در محیط اتوکد (۵۸۳ نقشه) آورده شده است.

:OIL

نکاتی و مطالبی در مورد روغن های مورد استفاده در دستگاه های روتاری

:CRANE

- جدول انتخاب سیم بکسل ها و زنجیر در سایز اصلی
- مطالبی در مورد مونتاژ حرثقیل
- LOAD CHART ۲۹ از شرکت های مختلف حرثقیل سازی (TADANO, KATO, TEREX)
- (LIEBBHERR) در تناژهای متفاوت

پمپ ها:

- کاتالوگ چندین نوع پمپ از سازندگان مختلف
- هم محور سازی (ALIGNMENT)
- مطالبی در مورد هم محور سازی
- چندین نوع کاتالوگ مربوطه
- کاتالوگ و ابزارالات مورد نیاز در روش هم محور سازی لیزری