

مطالعه امکان سنجی مقدماتی

طرح تولید یاتاقان مگنتی



کارفرما: شرکت شهرکهای صنعتی استان خراسان رضوی

مشاور: سید مصطفی وزیری

زمستان ۱۳۸۶

فهرست مطالب

صفحه	موضوع
۴	۱- مقدمه
۵	۲- کلیاتی در مورد یاتاقانها
۵	۲-۱- انواع یاتاقان در صنعت
۷	۲-۲- مزایای یاتاقانهای لغزشی نسبت به غلتشی :
۷	۲-۳- بررسی معایب یاتاقانهای لغزشی نسبت به غلتشی :
۸	۲-۴- بررسی علل خرابی یاتاقانهای لغزشی:
۹	۲-۵- مزایای عمده یاتاقانهای غلتشی :
۹	۲-۶- معایب یاتاقانها غلتشی :
۱۰	۲-۷- روانکاری یاتاقانهای غلتشی:
۱۱	۳- روانکاری
۱۱	۳-۱- مزایای روانکاری با گریس:
۱۱	۳-۲- معایب گریس کاری:
۱۲	۳-۳- مزایای عمده روانکاری با روغن:
۱۳	۳-۴- معایب روغن:
۱۳	۴- کلیاتی در مورد مغناطیس:
۱۴	۴-۱- تاریخچه:
۱۵	۴-۲- میدان مغناطیسی:
۱۵	۴-۳- حوزه عمل و گسترش میدان مغناطیسی :
۱۶	۴-۴- مغناطیسهای طبیعی و مصنوعی:
۱۸	۴-۵- تاریخچه پیدایش الکترومغناطیس:
۱۹	۴-۶- پیشگامان علم الکترومغناطیس:
۱۹	۴-۶- پیشگامان علم الکترومغناطیس:
۲۰	۴-۸- محاسبه شار مغناطیسی:
۲۱	۴-۹- کوانتتس شار مغناطیسی:
۲۱	۴-۱۰- یکای شار مغناطیس:
۲۲	۵- یاتاقان مغناطیسی
۲۵	۶- محل پیشنهادی اجرای طرح :
۳۲	۷- مطالعه بازار:

۳۳	۸- فرآیند تولید:
۳۴	۹- نیروی انسانی مورد نیاز واحد
۳۶	۱۰- زمین مورد نیاز، عملیات سیویل، ساختمان و محوطه سازی
۴۰	۱۱- تاسیسات، ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز طرح
۴۲	۱۲- سرمایه گذاری مورد نیاز
۴۷	۱۳- منابع و مواخذ

۱- مقدمه :

صنعت یاتاقان و بلبرینگ به عنوان یکی از مهمترین سرفصلهای علم مکانیک در سالهای اخیر توسعه فراوانی یافته است. بدلیل کاربردهای مختلف یاتاقان و بلبرینگ در ماشین آلات این محصولات دارای انواع مختلفی شده اند. در سالهای اخیر مهندسان مکانیک تکنولوژی جدیدی برای اسخت یاتاقانهایی که بتوانند فشارهای بالا را تحمل کنند ابداع نموده اند. این تکنولوژی با استفاده از اصول الکترومغناطیس پایه گذاری شده است. استفاده از یک میدان مغناطیسی کنترل شده برای یاتاقانها شاید از ایده استفاده از میدان مغناطیسی برای حرکت قطارهای سریع السیر ناشی شده باشد. چون استفاده از این میدان برای حرکت قطارهای سریع السیر در سالهای اخیر گسترش زیادی یافته است. در این شیوه قطار بجای اینکه با چرخ روی ریلهای فولادی حرکت کند روی یک میدان مغناطیسی کنترل شده حرکت می کند که وزن قطار را تحمل کرده و اصطکاک را به حداقل می رساند. در این تحقیق به یاتاقانهای مغناطیسی^۱ پرداخته می شود و امکان تولید این محصولات با توجه به کاربردهای مختلفی که دارند در ایران بررسی خواهد شد.

۲- کلیاتی در مورد یاتاقانها:

یاتاقان به دو نیم‌دایره از جنس بوبیت گفته می‌شود که در موتور خودروها نصب می‌شود. یاتاقان در جایی که دسته^۴ پیستون‌ها بر روی میل لنگ نصب می‌شود قرار دارد. بطور کلی هر کجا که یک محور متحرک که دارای گشتاور بالایی است بخواهد به یک جسم ثابت متصل گردد از یاتاقان استفاده می‌شود.

۲-۱- انواع یاتاقان در صنعت:

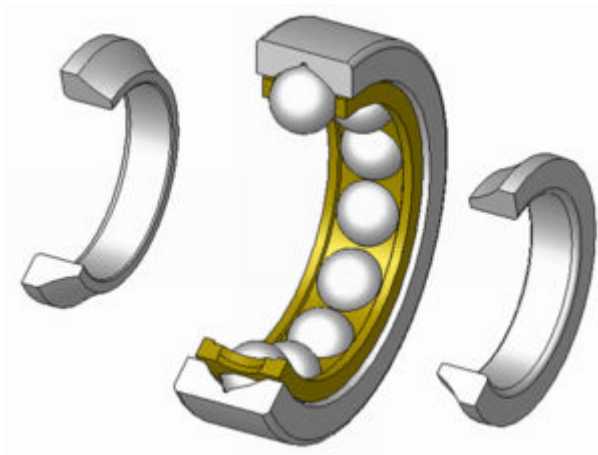
یاتاقانها انواع مختلفی دارند. بسته به کاربرد می‌توان از یاتاقانهایی استفاده کرد که بتوانند سایش، تنشهای مختلف و دمای بالا که ناشی از حرکت قطعه متحرک است را تحمل کنند. انواع اصلی یاتاقانهای مکانیکی بصورت زیر هستند:

- یاتاقان ساچمه‌ای^۲
- یاتاقان کف‌گرد^۳
- یاتاقان هادی^۴

^۲ Ball bearing
^۳ Thrust Bearing
^۴ Guide Bearing

یاتاقان ساچمه ای همان بلبرینگ است که بیشترین کاربرد را در صنعت داراست. شمای کلی این یاتاقان در تصویر

زیر نمایش داده شده است:



نمونه‌ای از یاتاقان ساچمه‌ای.

ساچمه های این نوع یاتاقان ممکن است کروی، منشوری ناقص و یا استوانه ای باشند. روانکاری در این نوع

یاتاقان با استفاده از گریس صورت می گیرد ولی ممکن است از انواع روغن نیز برای یاتاقانهای غوطه ور در محیط

روغن استفاده گردد. این نوع یاتاقانها به یاتاقانهای غلطشی نیز معروفند.

یاتاقانهای کف گرد به عنوان یاتاقانهای لغزشی یاد می شوند. این یاتاقانها در موتور خودرو ها به عنوان نگه دارنده

میل لنگ روی بدنه موتور استفاده می شوند.

۲-۲- مزایای یاتاقانهای لغزشی نسبت به غلتشی :

الف) زمانی که محور تحت بارهای مداوم و ثابت قرار می گیرد قسمتهای تحت بار یاتاقان تحت تنش ثابت

قرار می گیرند که موجب کاهش خطر معیوب شدن در اثر خستگی می شوند.

ب) چنانچه یاتاقانهای لغزشی از مواد مناسب ساخته شده باشند قادر خواهند بود در داخل مایع مورد پمپاژ کار

نموده و روانکاری و خنک کاری شوند .

ج) توسط روانکاری و روغنکاری مناسب در سرعت های بالا یاتاقانهای لغزشی نسبت به یاتاقانهای غلتشی

می توانند بارهای بیشتری را تحمل کنند .

۲-۳- بررسی معایب یاتاقانهای لغزشی نسبت به غلتشی :

الف) ضریب اصطکاک آنها ۱۰ تا ۱۵ برابر یاتاقانهای غلتشی است و این امر موجب اتلاف پرهزینه می شود.

ب) غالب ضریب اصطکاک بیشتر دمای روانسازی را تا حدی افزایش می دهد که نسب سیستمهای دقیق

وپرهزینه خنک کاری را اجتناب ناپذیر می سازد.

الف) روغنکاری نامناسب: این پدیده شامل کیفیت روانساز مورد استفاده و همچنین دفعات تعویض روغن میباشد.

ب) خنک کاری نامناسب روانساز: این پدیده در اثر اشکال در سیستم خنک کاری یا قصور اپراتور در باز کردن

شیر مستقیم مایع خنک کننده قبل از راه اندازی پمپ بوجود می آید.

ج) عدم هم محوری چنانچه پمپ جهت تعمیر یا نگهداری پیاده شود این اشکال بعد از سوار نمودن آشکار می

شود عدم هم محوری می تواند در اثر ماندن آلودگی بین پایه یاتاقان و محفظه پمپ و یا با توجه به ناهمواریها در

اثر ضربه یا سفت نمودن غیر یکسان مهره ها حاصل شود همچنین ممکن است در اثر بارهای اضافی وارده بر

یاتاقانها، خم شدن محور یا برخورد فلزی بین قطعات ثابتوچرخیدن که غالباً منجر به سایش زیاد و گیر پاژ می شود

حاصل گردد. عدم هم محوری، از بیرون خود را توسط حرارت زیاد و محفظه یاتاقان آشکار می سازد.

د) پیچهای شل: منبع دیگر مشکلات که توسط یاتاقان بوجود می آید زمانی است که پیچهای نگهدارنده پایه یاتاقان

بطور یکسان و کافی سفت نشده اند و یا در حین کار پمپ شل شده اند در این موارد ممکن است یاتاقان انقدر از

محور خود جابجا شود که تمام بارها بر روی رینگهای پروانه یا آب بند وارد شود.

۲-۵- مزایای عمده یاتاقانهای غلتشی :

الف) هزینه اولیه کم می باشد.

ب) آنها میتوانند بدون مراقبت با پریودهای طولانی کار کنند.

ج) آنها معمولاً نسبت به یاتاقانهای لغزشی با وظیفه مشابه محفظه های کوچکتر و کم هزینه ای لازم دارند.

د) بمنظور تعویض سریع می توان از منابع متنوعی استفاده کرد.

ه) موجب صرفه جویی انرژی می شوند. تعویض روانساز بدلیل ضریب اصطکاک کم به دفعات بسیار کمتری

نسبت به یاتاقانهای لغزشی انجام می شود و بیشتر یاتاقانهای غلتشی توسط روانکار داخلی با درپوش آبیند تهیه

شده که برای عمر کاری آنها کافی است .

۲-۶- معایب یاتاقانها غلتشی :

الف) حلقه و تمام اجزای چرخشی در معرض تنشهای متناوب و سریع می باشند که باعث عیب ناشی از خستگی

می شود .

ب) بسیاری از یاتاقانهای لغزشی هنگام متناژ و دمتناژ نیازمند احتیاط زیاد و مراقبتهای ویژه ای هستند.

ج) نیازمند مراقبتهای ویژه ای از نظر میزان روانساز می باشند (نه کم نه زیاد)

روانکاری نامناسب باعث می شود یاتاقانها خیلی سریع فرسوده شوند بطور مثال روانکاری بیش از حد می تواند

باعث کوتاه شدن عمر یاتاقان گردد. روانکاری بیش از حد سبب داغ شدن یاتاقانها می گردد و در نتیجه میزان اکسید

اسیون روانساز افزایش پیدا می کند و این پدیده موجب معیوب شدن زودرس یاتاقانها می شود .

معایب ناشی از روغنکاری نامناسب خود را به چند روش نشان میدهد :

۱. نبود روانساز در محفظه یاتاقانها.

۲. وجود آب در روانساز و محفظه یاتاقانها

۳. تغییر جلالی حلقه ساچمه ها

۴. پریدگی بر روی شیارها و ساچمه ها

۵. خراشهای موئین بر روی حلقه ها

۶. و حرارت ایجاد شده در اثر نبود روانساز

برای جلوگیری از این موارد بسیاری از کارخانه های سازنده روانکاری با گریس و روغن را توصیه می کنند.

۲- روانکاری:

روانکاری برای یاتاقانها بسته به نوع یاتاقان و نوع ماشین معمولاً با گریس و روغن انجام می شود که در اینجا به مزایا و معایب هر کدام پرداخته می شود.

۳-۱- مزایای روانکاری با گریس:

الف) گریس میتواند بدون محفظه خاصی ابقاء شود حتی در محورهای عمودی

ب) بعضی گریسها با پایه کلسیم می توانند عایقی برای رطوبت باشند.

ج) بعضی گریسها با پایه لیتیم می تواند یاتاقان را از خوردگی شیمیایی حفظ کنند

د) گریسهای سنگین، پوششی در برابر مواد آلوده کننده هستند

و) گریسها نسبت به روغنها به دفعات کمتری نیاز به تجدید گریسکاری دارند.

۳-۲- معایب گریس کاری:

الف) خنک کاری موثر یاتاقانهای که با گریس روانکاری می شوند مشکل است و این پدیده مانعی برای

استفاده از گریس در دورهای بالا می باشد.

ب) انتخاب گرانروی گریس با توجه به استفاده آن در دماهای متغیر قابل توجه می باشد و در نتیجه گریسها را برای محیطهایی که نوسانات دمایی زیادی دارند مناسب نمی باشد .

ج) مشخص کردن میزان واقعی گریس برای یاتاقانها بسیار مشکل است و باعث روانکاری زیاد یا کم یاتاقانها می گردد.

۳-۳- مزایای عمده روانکاری با روغن:

الف) سطح روغن را براحتی می توان کنترل نمود و ثابت نگه داشت.

ب) روغن می تواند براحتی خنک شود و در واقه استفاده از روغن در دورهای بالا بسیار مفید است برای خنک کاری.

ج) عمده روغنها دارای گرانروی بالای هستند و این امر باعث استفاده آنها در رنجهای متغیر دمای می شود.

د) تعویض روغن به مراتب اسان تر از تعویض گریس است

ه) برخی روغنها ضریب اصطکاک کمتری نسبت به گریس دارند و این خاصیت باعث کارکرد مناسب آنها در سرعتها بالا می شود .

الف) بسیار پر هزینه است چون نیاز به مکتیکال سیل دارد.

ب) نیازمند تعویضهای بسیار بیشتر از گریس می باشد.

ج) برای محورهای عمودی نیازمند طراحی دقیق و پرهزینه محفظه یاتاقان می باشد.

د) برای محیطهای مرطوب و خورنده نسبت به گریس از مرغوبیت کمتری برخوردار است.

۶- کلیاتی در مورد مغناطیس:

علم مغناطیس از این مشاهده که برخی سنگها (ماگنتیت) تکه‌های آهن را جذب می کردند سرچشمه گرفت. واژه

مغناطیس از ماگنیزیا یا واقع در آسیای صغیر، یعنی محلی که این سنگها در آن پیدا شد، گرفته شده است. زمین به

عنوان آهنربای دائمی بزرگ است که اثر جهت دهنده آن بر روی عقربه قطبهای آهنربا، از زمانهای قدیم شناخته

شده است. در سال ۱۸۲۰ اورستد کشف کرد که جریان الکتریکی در سیم نیز می‌تواند اثرهای مغناطیسی تولید

کند، یعنی می‌تواند سمت گیری عقربه قطب نما را تغییر دهد.

در سال ۱۸۷۸ رولاند (H.A.Rowland) در دانشگاه جان هاپکینز متوجه شد که یک جسم باردار در حال حرکت (که آزمایش او ، یک قرص باردار در حال دوران سریع) نیز منشا اثرهای مغناطیسی است. در واقع معلوم نیست که بار متحرک هم ارز جریان الکتریکی در سیم باشد. جهت مطالعه زندگینامه علمی رولاند فیزیکدان برجسته آمریکایی به کتاب زیر مراجعه شود:

Physics by John D.Miller,Physics

Rowland ۱۹۷۶, July , Today , s

البته دو علم الکتریسیته و مغناطیس تا سال ۱۸۲۰ به موازات هم تکامل می یافت اما کشف بنیادی اورستد و سایر دانشمندان سبب شد که الکترومغناطیس به عنوان یک علم واحد مطرح شود. برای تشدید اثر مغناطیسی جریان الکتریکی در سیم می توان را به شکل پیچهای با دورههای زیاد در آورد و در آن یک هسته آهنی قرار داد. این کار را می توان با یک آهنربای الکتریکی بزرگ ، از نوعی که معمولا در پژوهشگاههای برای کارهای پژوهشی مربوط به مغناطیس بکار می رود، انجام داد .

دومین میدانی که در مبحث الکترومغناطیس ظاهر می شود، میدان مغناطیسی است. این میدانها و به عبارت دقیقتر آثار این میدانها از زمانهای بسیار قدیم، یعنی از همان وقتی که آثار مغناطیسهای طبیعی سنگ آهنربا (Fe_3O_4) یا اکسید آهن III برای اولین بار مشاهده شد، شناخته شده اند. خواص شمال و جنوب یابی این ماده تاثیر مهمی بر دریانوردی و اکتشاف گذاشت با وجود این، جز در این مورد مغناطیس پدیده ای بود که کم مورد استفاده قرار می گرفت و کمتر نیز شناخته شده بود، تا اینکه در اوایل قرن نوزدهم اورستد دریافت که جریان الکتریکی میدان مغناطیسی تولید می کند. این کار توأم با کارهای بعدی گاوس، هنری، فارادای و دیگران نشان دادند که این شراکت واقعی بین میدانهای الکتریکی و مغناطیسی وجود دارد و این دو توأم تحت عنوان میدان الکترومغناطیسی حضور دارند. به عبارتی این میدانها به طرز جدایی ناپذیری در هم آمیخته شده اند.

۴-۳- حوزه عمل و گسترش میدان مغناطیسی:

تلاش مردان عمل به توسعه ماشینهای الکتریکی، وسایل مخابراتی و رایانهها منجر شد. این وسایل که پدیده مغناطیسی در آنها دخیل است نقش بسیار مهمی در زندگی روزمره ایفا می کنند. با گسترش و سریع علوم از اعتبار این علوم اولیه کاسته نمی شود و همیشه سازگاری خود را با کشفیات جدید حفظ می کند.

بعضی از سنگهای آهن یاد شده در طبیعت خاصیت جذب اشیای آهنی کوچک، مانند براده‌ها یا میخهای مجاور خود را دارند. اگر تکه‌ای از چنین سنگی را از ریسمانی بیاویزیم، خودش را طوری قرار می‌دهد که راستایش از شمال به جنوب باشد، تکه‌های چنین سنگهایی به آهنربا یا مغناطیس معروف است.

یک تکه آهن یا فولاد با قرار گرفتن رد مجاورت آهنربا، آهنربا یا مغناطیده می‌شود، یعنی توانایی جذب اشیای آهنی را کسب می‌کند. خواص مغناطیسی این تکه آهن یا فولاد هر چه به آهنربا نزدیکتر باشد، قویتر است. وقتی که تکه‌ای از آهن و آهنربا با یکدیگر تماس پیدا کنند، مغناطش یا آهنربا شدگی به مقدار ماکزیمم (میخ آهنی که به آهنربا نزدیک شود خاصیت آهنربایی پیدا می‌کند و براده‌های آهنربا را جذب می‌کند) می‌باشد.

هنگامی که آهنربا دور شود، تکه آهن یا فولاد که توسط آهنربا شده‌اند بخش زیادی از خواص مغناطیسی بدست آورده را از دست می‌دهند، ولی باز هم تا حدی آهنربا می‌مانند. از اینرو به آهنربای مصنوعی تبدیل می‌شوند و همان خواص آهنربای طبیعی را دارد. این پدیده را می‌توان با آزمایش ساده‌ای به اثبات رسانید. خاصیت آهنربایی که به هنگام تماس تکه آهن با آهنربا پیدا می‌شود بر خلاف مغناطش بازمانده که با دور شدن آهن ربا باقی می‌ماند،

مغناطش موقت نامیده می‌شود. آزمایشهایی از این نوع نشان می‌دهد که مغناطش بازمانده خیلی ضعیفتر از مغناطش موقت است، مثلاً در آهن نرم فقط کسر کوچکی از آن است.

هم مغناطش موقت و هم مغناطش بازمانده برای درجات مختلف آهن و فولاد متفاوت است. مغناطش موقت آهن نرم و آهن تابکاری شده از آهن نرم و فولاد تابکاری نشده به مقدار زیادی قویتر است. بر عکس مانده مغناطش فولاد، به ویژه درجاتی از آن که شامل مثلاً آمیزه کبالت است، خیلی قویتر از مغناطش بازمانده در آهن نرم است. در نتیجه، اگر دو میله یکسان، یکی ساخته شده از آهن نرم و دیگری از فولاد را اختیار کنیم و آنها را در مجاورت آهنربای یکسانی قرار دهیم، میله آهن نرم قویتر از فولاد آهنربا می‌شود. ولی اگر آهنربا را دور کنیم، میله آهن نرم تقریباً بطور کلی مغناطیده می‌شود، در حالیکه میله فولاد مقدار قابل توجهی از خاصیت آهنربایی اولیه خود را حفظ می‌کند. در نتیجه، آهنربای دائمی از میله فولادی از میله آهنی خیلی قویتر است. به این دلیل آهنرباهای دائمی را از درجات خاصی از فولاد درست می‌کنند نه از آهن.

آهنرباهای مصنوعی که بطور ساده با قرار دادن تکه‌ای فولاد در نزدیکی یک آهنربا یا با تماس با آن بدست آمده نسبتاً ضعیف هستند. آهنرباهای قویتر را با مالیدن تیغه فولادی با آهنربا در یک جهت بدست می‌آورند. البته در این حالت نیز آهنرباهایی که بدست می‌آید که از آهنربایی که مغناطش به توسط آن انجام شده است، ضعیفتر است. هر

نوع ضربه یا تکانی در طول مغناطش عمل را آسانتر می‌کند. برعکس تماس دادن آهنربای دائمی با تغییر ناگهانی و زیاد دمای آن ممکن است باعث وامغناطش آن شود.

وامغناطش بازمانده نه تنها به ماده بلکه به شکل جسمی که آهنربا می‌شود نیز بستگی دارد. میله‌های نسبتاً کوتاه و کلفت از آهن نرم بعد از دور شدن آهنربا تقریباً به کلی خاصیت آهنربایی را از دست می‌دهند. با وجود این، اگر همین آهن را برای ساختن سیمی به طول ۳۰۰ تا ۵۰۰ برابر قطر آن بکار بریم، این سیم (ناپیچیده) خاصیت مغناطیسی خود را به مقدار زیادی حفظ خواهد کرد.

۴-۵- تاریخچه پیدایش الکترومغناطیس:

مبدا علم الکتریسیته به مشاهده معروف تالس ملطی (**Thales of Miletus**) در ۶۰۰ سال قبل از میلاد بر می‌گردد. در آن زمان تالس متوجه شد که یک تکه کهربای مالش داده شده خرده‌های کاغذ را می‌رباید. از طرف دیگر مبدأ علم مغناطیس به مشاهده این واقعیت برمی‌گردد که بعضی از سنگها (یعنی سنگهای ماگنتیت) بطور طبیعی آهن را جذب می‌کند. این دو علم تا سال ۱۱۹۹ - ۱۸۲۰ به موازات هم تکامل می‌یافتند. در سال ۱۱۹۹ - ۱۸۲۰ هانس کریستیان اورستد (۱۷۷۷ - ۱۸۵۱) مشاهده کرد که جریان الکتریکی در یک سیستم می‌تواند عقربه قطب نمای مغناطیسی را تحت تأثیر قرار دهد. بدین ترتیب الکترومغناطیس به عنوان یک علم مطرح شد. این علم

جدید توسط بسیاری از پژوهشگران که مهمترین آنان مایکل فاراده بود تکامل بیشتری یافت. جیمز کلرک ماکسول قوانین الکترومغناطیس را به شکلی که امروزه می‌شناسیم، در آورد. این قوانین که معادلات ماکسول نامیده می‌شوند، همان نقشی را در الکترومغناطیس دارند که قوانین حرکت و گرانش در مکانیک دارا هستند.

۴-۶- پیشگامان علم الکترومغناطیس:

اگر چه تنفیق الکتریسیته و مغناطیس توسط ماکسول بیشتر مبتنی بر کار پیشینانش بود. اما خود او نیز سهم عمده ای در آن داشت. ماکسول نتیجه گرفت که ماهیت نور، الکترومغناطیسی است و سرعت آن را میتوان با اندازه گیریهای صرفا الکتریکی و مغناطیس تایین کرد. از اینرو اپتیک و الکترومغناطیس رابطه نزدیکی پیدا کردند.

۴-۷- شار مغناطیسی:

واژه شار به معنی جریان یا سیال می‌باشد و هرگاه در مقابل جریان یک کمیت سطحی قرار داده شود، مقدار جریان گذرنده از سطح را شار آن کمیت یا جریان می‌گویند. مثلا در مورد میدان الکتریکی خطوط میدان که از سطح عمود بر مسیر خطوط عبور می‌کنند را شار الکتریکی و در مورد جریان آب، مقدار آبی را که از داخل سطح عبور می‌کند، شار آب می‌گویند و به همین صورت در مورد هر ماده سیال و جاری شونده‌ای می‌توان شار مربوطه به آن

را تعریف کرد. میدان مغناطیسی نیز از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. چون میدان مغناطیسی را به وسیله خطوط میدان نشان می‌دهیم، بطوری که چگالی خطوط بیانگر مقیاسی از قدرت میدان است، لذا می‌توان در مورد میدان مغناطیسی نیز سطحی در محل میدان در نظر گرفت و خطوط میدان گذرنده از آن را به عنوان شار مغناطیسی تعریف کرد .

۴-۸- محاسبه شار مغناطیسی:

سطح تختی به مساحت A را در نظر بگیرید که به وسیله یک حلقه رسانا احاطه شده است. حال اگر با نزدیک کردن یک آهنربا) یا هر وسیله دیگری که یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند، به این حلقه می‌توان در این حلقه نیروی محرکه القایی و جریان القایی ایجاد نمود. ایجاد جریان القایی یا نیروی محرکه القایی با استفاده از قانون القای فاراده قابل توجیه است، یعنی با نزدیک کردن یا دور کردن آهنربا به حلقه تعداد خطوط میدان مغناطیسی که از سطح حلقه می‌گذرند، تغییر می‌کند. اگر چنانچه میدان مغناطیسی را با B و سطح حلقه را با A نشان دهیم، در

این صورت مقدار شار مغناطیسی از رابطه
$$B = \int B \cdot dA$$
 محاسبه شده و بر اساس قانون القای فاراده چون

نیروی محرکه القایی از تغییر شار مغناطیسی حاصل می‌شود، لذا اگر \mathcal{E} بیانگر نیروی محرکه القایی باشد، در این

$$\text{صورت} = \frac{-d_B}{dt} \text{ خواهد بود .}$$

۴-۹- کوانتش شار مغناطیسی:

همانگونه که بار الکتریکی یک کمیت کوانتیده است و به صورت مضربهای درستی از بار الکترون ($e = 1.6 \times 10^{-19} c$) وجود دارد، شار مغناطیسی گذرنده از یک حلقه ابر رسانا نیز چنین است. خاصیت ابر رسانایی، حالتی است که در آن مقاومت الکتریکی ماده به صفر تنزل پیدا می‌کند. کوانتوم شار مغناطیسی $h/2e$ (که h ثابت پلانک است) و برابر $2 \times 10^{-15} T.m^2$ است. این مقدار بسیار کم شار و حتی کسرهای کوچکتر از آن را می‌توان به وسیله اثر جوزفسون آشکار کرد. البته کوانتومی بودن شار مغناطیسی در ابر رسانا قابل اثبات است و در مکانیک کوانتومی با استفاده از محاسبات ریاضی عالی محاسبه می‌شود که در اینجا به خاطر جلوگیری از پیچیدگی مطلب از آوردن آن خودداری می‌کنیم.

۴-۱۰- یکای شار مغناطیسی:

شار مغناطیسی را به صورت حاصلضرب مساحت سطح عمود بر مسیر میدان مغناطیسی در میدان مغناطیسی B تعریف کردیم. از طرف دیگر، چون یکای میدان مغناطیسی، تسلا می‌باشد، بنابراین یکای شار مغناطیسی برابر

تسلا در مترمربع خواهد بود که مترمربع یکای مساحت می‌باشد. به صورت نمادی یکای شار مغناطیسی به صورت

$$T.m^2 \text{ بیان می‌شود.}$$

۵- یاتاقان مغناطیسی:

یک یاتاقان مگنتی فعال (AMB) از یک مجموعه الکترومغناطیس، یک مولد جریان بالا که نیروی مورد نیاز

الکترومغناطیس را تامین میکند، یک مدار کنترل کننده و یک سری حسگر حساس جهت جلوگیری از فیدبک مدار

تشکیل شده است. یاتاقان های مگنتی معمولاً در هنگام نیاز به صورت فعال در می آیند و در زمین خاموش بودن

ماشین جریانی در داخل آنها وجود ندارد.



شمای یک یاتاقان مگنتی

سیم پیچ های داخلی در هنگام عبور جریان تولید یک میدان مغناطیس متقارن می کنند. این میدان باد خصوصیات زیر را داشته باشد.

الف) از نظر برآیند نیروهای وارد شده به عضو متحرک^۶ ماشین خنثی باشند تا کمترین نیروی بازدارنده را در مقابل حرکت ایجاد نمایند.

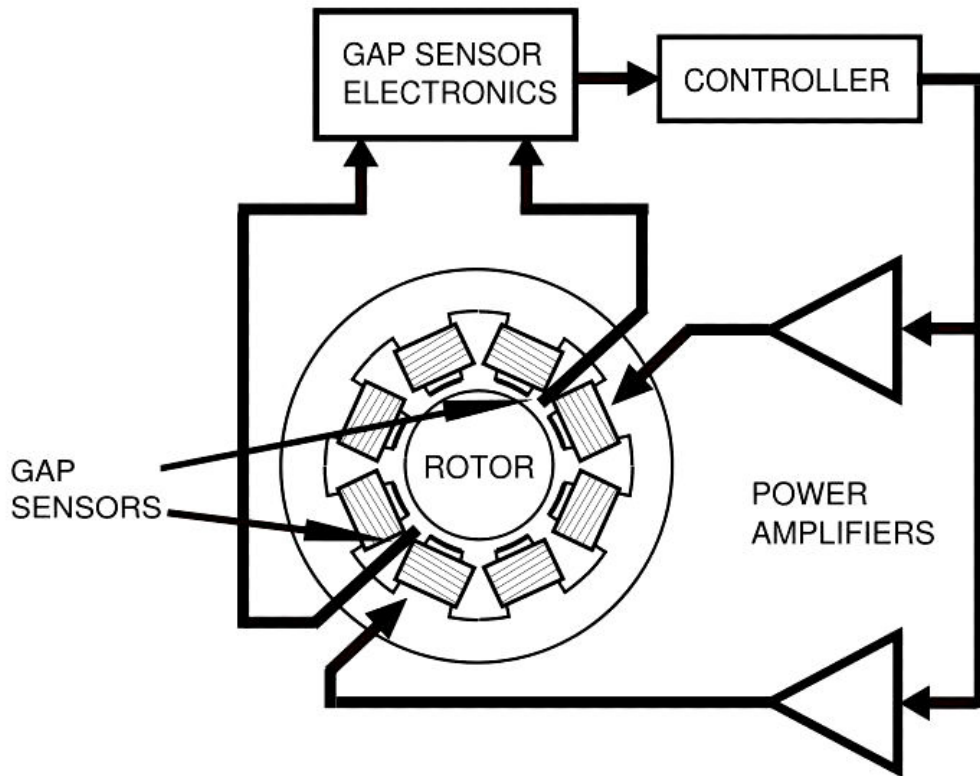
ب) از نظر میزان نیرو بایستی بتوانند نیروهای گشاوری وارد بر عضو متحرک را تحمل نمایند.

ج) بایستی از هر گونه جریان القایی در مدار سیم پیچی جلوگیری کنند.

د) در حالت کلی سیستم ایجاد کننده میدان مغناطیسی باید بتواند سریعاً در مدار قرار گیرد و یا از آن خارج شود.

شمای کلی یاتاقان مگنتی در شکل زیر آورده شده است:

^۶ Rotor



شمای کلی یاتاقان مگنتی و اجزای مختلف آن

یاتاقانهای مگنتی بدلیل تکنولوژی بالای بکار گرفته شده در آنها دارای قیمت تمام شده زیادی هستند و دارای کاربردهای فراوانی در ماشین آلات با سرعت زیاد نظیر توربینها و ماشین های تراش تخصصی می باشند. سیم پیچی بیشتر یاتاقانهای مگنتی بصورت دستی انجام می شود. تصاویر زیر نمونه هایی از یاتاقان مگنتی را نشان می دهند.



شمای یک یاتاقان مگنتی تک محوره و روپوش های آن



سیم پیچی دستی یاتاق مگنتی

برخی از مزایای یاتاقانهای مگنتی به شرح زیر است:

الف) عدم نیاز به روانکاری

ب) عاری از هر گونه آلودگی

ج) ضریب اطمینان بالا

د) عاری از هر گونه حرکت و تکان

ه) سرعت بسیار بالا و عدم وجود هر گونه تماس با عضو متحرک

و) مصرف انرژی پایین

ز) قابلیت کنترل دما و سرعت

۶- محل پیشنهادی اجرای طرح :

استان خراسان رضوی یکی از مراکز بزرگ جمعیتی کشور بوده که دومین کلان شهر کشور را در خود جای داده است. مشهد شهری در شمال شرقی ایران و مرکز استان خراسان رضوی است. این شهر با ۲,۹ میلیون نفر جمعیت دومین شهر پرجمعیت ایران است. وجود آرامگاه امام رضا، هشتمین امام مذهب شیعه، در این شهر، سالانه بیش از ۱۳ میلیون زائر را به این شهر می کشاند. شهر مشهد با مساحت تقریبی ۲۰۴ کیلومتر مربع، در شمال شرق ایران و در طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۸ دقیقه و در حوضه آبریز کشف رود، بین رشته کوه های بینالود و هزار مسجد واقع است. ارتفاع شهر از سطح دریا ۹۸۵ متر و فاصله آن از تهران ۹۶۶ کیلومتر است. حوضه رودخانه ی کشف رود، که شهر مشهد در آن قرار دارد، به خاطر شرایط مناسب طبیعی، از پیش از اسلام به عنوان یکی از

مناطق مورد توجه برای سکونت در خراسان به حساب می‌آمد. این منطقه ابتدا مسکن اقوام غیرآریائی بود. در داستان‌های ملی ایران بنای اصلی شهر توس را به جمشید و تجدید بنای آن را به توس، پهلوان و سپهسالار ایرانی نسبت می‌دهند. صنایع استان خراسان رضوی و بویژه شهر مشهد شامل مشهد صنایع غذایی، نساجی، شیمیایی، برق و الکترونیک و کانی غیرفلزی می‌باشد.

بر اساس مصوبات هیئت محترم وزیران برای ساماندهی و ارائه تسهیلات مختلف به واحدهای صنعتی با توجه به تسهیلات و ریزبناهای موجود در شهرکهای صنعتی استان خراسان رضوی استقرار واحدهای تولیدی در این شهرکهای بسیار سودمند است. مزایای استقرار در شهرکهای صنعتی و مناطق مجاز صنعتی به شرح زیر است {۸}:

- عدم نیاز به دریافت مجوزهای جداگانه از ادارات مختلف
- مستثنی بودن از قانون شهرداری ها
- پرداخت نقد و اقساط هزینه های انتفاع از تاسیسات
- صدور رایگان و در اسرع وقت مجوزهای ساخت و ساز و پایان کار
- واگذاری اداره شهرک های صنعتی به هیأت امنای متشکل از صاحبان صنایع
- امکان اجاره و یا خرید سالن های آماده برای تسریع در بهره برداری از واحد تولیدی

○ بخشودگی قسمتی از هزینه های انتفاع از تاسیسات برای واحد هایی که زودتر از زمان پرداخت اقساط

خود به بهره برداری می رسند.

○ کاهش هزینه های سرمایه گذاری به دلیل استفاده از خدمات مشترک سازماندهی شده شرکت شهرک های

صنعتی از جمله آب، برق، تلفن، گاز و تصفیه خانه فاضلاب.

○ در شعاع ۳۰ کیلومتری مراکز استان ها و شهرهای بالای ۳۰۰ هزار نفر، معافیت مالیاتی ماده ۱۳۲ قانون

مالیاتها فقط مشمول واحدهایی می شود که در شهرک های صنعتی مستقر می باشند

امکانات زیر بنایی و مورد نیاز تامین شده در شهرکهای صنعتی شامل آب لوله کشی بهداشتی و صنعتی، برق

صنعتی مورد نیاز واحدهای مستقر، تلفن، پوشش تلفن همراه، شبکه گازرسانی، شبکه جمع آوری فاضلاب، اتصال

به شبکه گاز کشور، تصفیه خانه فاضلاب می باشد {۸}. موقعیت شهرکهای صنعتی استانهای خراسان نسبت در

شکل زیر نمایش داده شده است:



جانمایی شهرکهای صنعتی استانهای خراسان رضوی، شمالی و جنوبی

تعداد واحدهای به بهره برداری رسیده در شهرکهای صنعتی استان تا پایان ۱۳۸۳ به صورت زیر بوده است:

نام شهرک صنعتی	غذایی	نساجی	سلولزی	شیمیایی	کانی غیر فلزی	فلزی	برق و الکترونیک	خدمات	جمع	تعداد اشتغال (نفر)
مشهد (کلات)	۱۶	۲۵	۱۴	۵۳	۲	۷۴	۴	۲	۱۹۰	۴۱۹۳
طوس	۱۱۳	۲۱	۱۳	۵۱	۲	۱۴۸	۲۹	۳۱	۴۰۸	۱۱۴۵۲
چرمشهر	-	۱۳	-	-	-	-	-	-	۱۳	۵۶۴
اسفراین	-	۱	-	۱	-	-	-	-	۲	۴۳
کاویان (سنگ بست)	۱	۱	۳	۱۸	۷	۸	-	-	۳۸	۷۲۲
قوچان	۱۳	۲	۲	۳	-	۵	۱	-	۲۶	۲۶۲
بجنورد	۸	۱	-	۲	۲	۵	۱	-	۱۹	۳۸۸
بینالود	۲	-	-	-	۱	۱	-	-	۴	۱۲۰
نیشابور	۲۸	۳	۱	۱۳	۱	۱۸	-	۱	۶۵	۱۵۰۲
سبزوار	۱۵	۲	۲	-	۱	۵	-	-	۲۵	۳۹۵
ترت حیدریه	۴	۱	۱	۲	-	۱	-	-	۹	۱۲۶
کاشمر ۱	۱	۱	۲	-	۱	-	-	-	۵	۲۰۶
گناباد	۲	۳	-	۷	۱۴	۸	-	-	۳۴	۱۱۰۳
قائن	۳	۱	-	۴	-	-	-	-	۸	۲۰۵
بیرجند	۱۸	۶	۲	۸	۳	۱۳	-	۱	۵۱	۱۱۲۵
نهبندان	۱	-	-	۲	۱	-	-	-	۴	۴۶
کاشمر ۲	۴	-	-	۱	-	-	-	-	۵	۳۵۷
فردوس	۱	۱	-	۱	۲	-	-	-	۵	۹۴
مشهد ۳	۱	-	-	-	-	۱۰	۲	-	۱۳	۲۳۲
چناران	۷	۲	۳	۴	-	۳	-	-	۱۹	۵۰۵
ماشین سازی	-	۱	-	-	-	۱۸	۱	-	۲۰	۶۰۱
جمع استان	۲۳۸	۸۵	۴۳	۱۷۰	۳۷	۳۱۷	۳۸	۳۵	۹۶۳	۲۴۴۴۱

فهرست واحدهای تولیدی و خدمات فنی و مهندسی دارای قابلیت صدور خدمات استان به صورت زیر است:

ردیف	نام شرکت	نوع فعالیت
۱	ستتراژ	تولید انواع پمپ های صنعتی
۲	ستاره صنعت	تولید انواع ماشین آلات بسته بندی
۳	صنایع پخت مشهد	تولید انواع ماشین آلات نان وکیک وکلوچه
۴	صنایع هیدرولیک ایران	تولید انواع پمپ های هیدرولیک
۵	مهندسین طراح	تولید انواع ماشین آلات صنعت قند
۶	گسترده توس	تولید انواع آسانسور
۷	گرم ایران	تولید رادیاتور وسوخت پاش
۸	بهساز	تولید انواع ماشین آلات کارخانه ای
۹	نامجو	تولید دیگ های بخار و ماشین آلات خط تولید رب
۱۰	پولاد خشت	تولید ماشین آلات آجرسازی
۱۱	ایران مهند	تولید انواع ماشین آلات کاشی وسرامیک
۱۲	ابزار وبسته بندی خراسان	تولید ماشین آلات صنایع غذایی
۱۳	مشهد گیربکس	تولید انواع گیربکس های صنعتی
۱۴	کاوه ابزار	ساخت انواع پرس و قیچی
۱۵	تک تابلو	تولید انواع تابلوهای صنعتی
۱۶	فن ژنراتور	تولید انواع ژنراتورهای صنعتی
۱۷	زنیط	تولید انواع حلال
۱۸	مشهد سرما	تولید انواع یخچال های صنعتی
۱۹	اسفیوخ	تولید انواع کوره های حرارتی وکوره های رنگ ومبدل های حرارتی
۲۰	پيله وران	تولید انواع پرس های هیدرولیک
۲۱	تیا	تولید ماشین آلات صنعت قند
۲۲	لینگر	تولید انواع ماشین آلات بسته بندی
۲۳	قطعات آهنگری خراسان	تولید انواع ادوات کشاورزی و فورج
۲۴	عظمت	تولید ماشین آلات صنعتی و فلزی
۲۵	طوس فدک	تولید انواع ماشین آلات سم پاشی
۲۶	شهد ایران	تولید انواع ماشین آلات بسته بندی
۲۷	آلومینیوم رض	تولید ماشین آلات پرس اکستروژن وقطعات ریخته گری بزرگ
۲۸	ماشین سازی رنگین	تولید ماشین آلات چاپ و بسته بندی
۲۹	الکترواستیل	تولید انواع یخچال های صنعتی
۳۰	آتی بین	طراحی وساخت انواع اسکلت های فلزی و سوله

آزمایشگاههای استاندارد موجود در استان خراسان رضوی بشرح زیر هستند:

- آزمایشگاه آکرو دیته پیام سلامت
- شرکت حمید آزمون
- شرکت جهاد زمزم
- شرکت مهندسی معیار فراز توس
- شرکت کائولن
- شرکت جهاد دانشگاهی
- پگاه زعفران
- شرکت آلومینیوم رضا
- شرکت سیمان شرق
- شرکت خضرا توس
- شرکت ثبات آزمایش
- شرکت چین چین بین الملل
- شرکت گاز اکسیژن توس
- آزمایشگاه الکرودیته توانکاران
- شرکت خدمات مهندسی رادتوس
- شرکت زعفران ادمان

۷- مطالعه بازار:

بزرگترین تولید کننده یاتاقان مگنتی شرکت SKF است که در تمامی انواع یاتاقان و بلبرینگ سرآمد می باشد. هیچ تولید کننده فعالی در ایران برای یاتاقان مگنتی وجود ندارد و این درحالی است که این نوع یاتاقان بدلیل ماهیت الکتریکی و مکانیکی می تواند در ایران تولید شود. در حالت کلی ساخت یاتاقان مگنتی با توجه به استقرار صنایع ماشین سازی تخصصی نظیر ماشین آلات CNC و NC و انواع دستگاههای با سرعت زیاد در ایران قابل توجیه است و می تواند بازار مطلوبی بدست آورد. دیگر مهم این است که در ایران فعالیتهای زیادی برای ساخت توربینها و موتورهای با سرعت بالا انجام شده است و پرداختن به ساخت یاتاقان مگنتی در ایران می تواند به توسعه هر چه بیشتر این صنایع کمک کند.



شمای یک یاتاقان مگنتی تک محوره

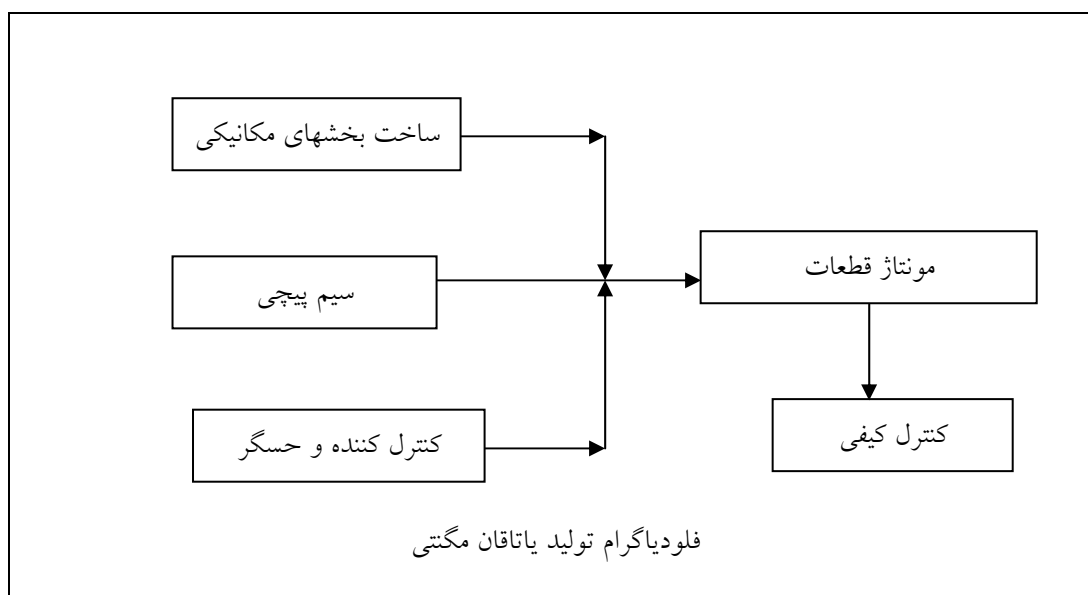
۸- فرآیند تولید:

فرآیند ساخت یاتاقان مگنتی دارای ۳ بخش کلی است:

۱- ساخت قطعات فولادی و بستر سیم پیچ: این بخش توسط ماشین آلات CNC صورت می گیرد.

۲- سیم پیچی: این بخش می تواند توسط دست و یا با دستگاه انجام شود

۳- ساخت کنترل کننده و سنسورها



فلودیاگرام تولید یاتاقانهای مگنتی بصورت بالا است.

۹- نیروی انسانی مورد نیاز واحد:

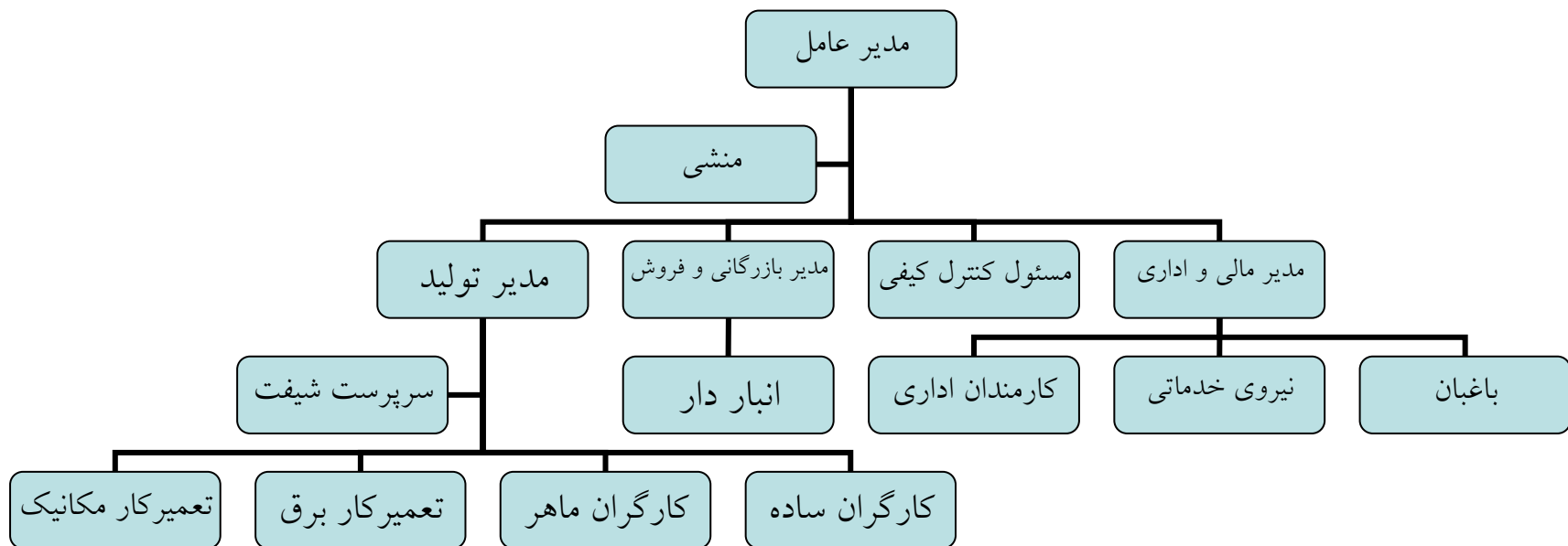
نیروی انسانی متخصص و غیر متخصص مورد نیاز طرح در بخش تولیدی با در نظر گرفتن تعداد و تخصص و مهارت‌های لازم به صورت جدول زیر است.

شرح	تحصیلات	تعداد (نفر)	نوع همکاری
مدیر تولید	لیسانس الکترونیک یا مکانیک	۱	تمام وقت
سرپرست شیفت	لیسانس الکترونیک یا مکانیک	۱	تمام وقت
تعمیر کار	تکنسین برق یا مکانیک	۱	تمام وقت
مسئول کنترل کیفی	تکنسین برق یا مکانیک	۱	تمام وقت
کارگر ماهر	دیپلم برق یا مکانیک	۲	تمام وقت
کارگر ساده	دیپلم فنی	۲	تمام وقت
انتظامات	دیپلم	۱	تمام وقت
انبار دار	دیپلم	۱	تمام وقت

نیروی انسانی متخصص و غیر متخصص مورد نیاز طرح در بخش اداری و پشتیبانی نیز با در نظر گرفتن تعداد و تخصص و مهارت‌های لازم به صورت جدول زیر است.

شرح	تحصیلات	تعداد (نفر)	نوع همکاری
مدیر عامل	لیسانس مهندسی یا مدیریت	۱	تمام وقت
مدیر اداری و مالی	لیسانس حسابداری	۱	تمام وقت
مدیر بازرگانی و فروش	لیسانس مهندسی یا مدیریت	۱	تمام وقت
کارمند اداری	دیپلم	۱	تمام وقت
نیروی خدماتی	سیکل	۱	تمام وقت
منشی	دیپلم	۱	تمام وقت

همانطور که مشاهده میشود تعداد پرسنل مورد نیاز طرح ۱۶ نفر است که ۱۰ نفر مربوط به بخش تولیدی و ۶ نفر مربوط به اداری و پشتیبانی می باشد. سازمان اداره کننده واحد تولیدی در دوران بهره برداری به صورت زیر است:



چارت سازمانی واحد تولیدی در دوران بهره برداری

۱۰- زمین مورد نیاز. عملیات سیویل. ساختمان و محوطه سازی:

ساختمانهای اداری، پشتیبانی و صنعتی مورد نیاز در سال بصورت زیر است:

شرح	مقدار	واحد	شرح عملیات
زمین صنعتی	۳۰۰۰	مترمربع	تامین زمین صنعتی در یکی از شهرکهای صنعتی و یا مناطق مجاز صنعتی با ابعاد ۵۰ در ۶۰ متر
ساختمان اداری	۱۰۰	مترمربع	ساخت ساختمان اداری یک طبقه برای کادر اداری ۶ نفره
نگهبانی و سرایداری	۵۰	مترمربع	ساخت ساختمان نگهبانی و ساختمان سرایداری یک طبقه برای اسکان نگهبان شبانه روزی کارخانه
انبار عمومی	۱۲۰	مترمربع	سوله و یا ساختمان با ابعاد ۱۰ متر در ۱۲ متر جهت انبار مواد اولیه و قطعات یدکی و مصرفی
انبار محصول	۱۲۰	مترمربع	سوله و یا ساختمان با ابعاد ۱۰ متر در ۱۲ متر جهت انبار محصول
سالن تولید	۸۶۴	مترمربع	سوله صنعتی با ابعاد ۱۵ متر در ۴۲ متر جهت سالن تولید
جمع کل	۱۲۵۴	مترمربع	

سایت پلان کارخانه بصورت زیر خواهد بود که در آن:

(۱) ساختمان تولید

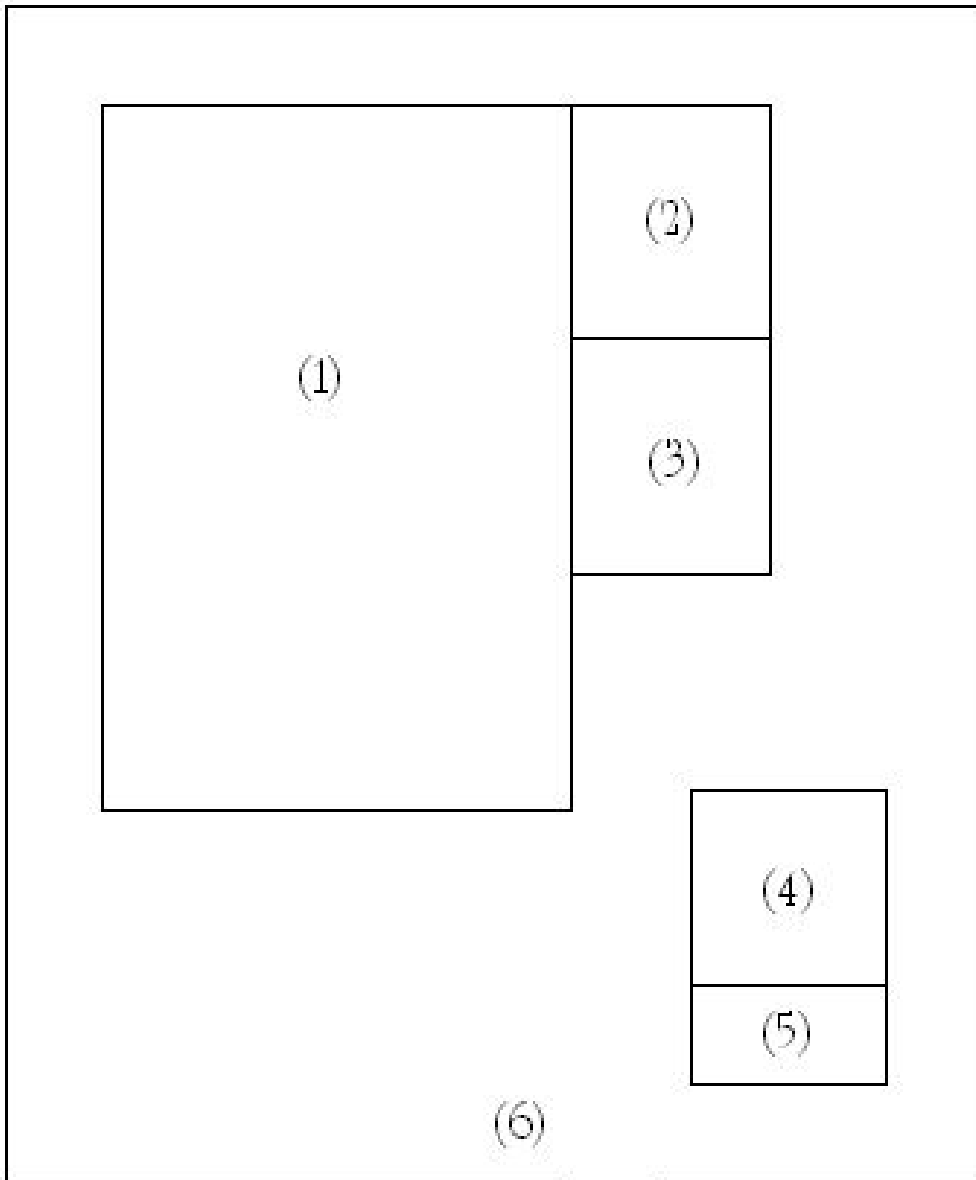
(۲) انبار عمومی

(۳) انبار محصول

(۴) ساختمان اداری

(۵) نگهبانی و سرایداری

(۶) درب ورودی کارخانه



سایت پلان کارخانه تولیدی

محوطه سازی شامل تسطیح زمین، دیوار کشی دور زمین، زیر سازی و آسفالت، پیاده رو سازی و جدول کشی،

ایجاد فضای سبز معادل ۲۰٪ از کل زمین، تهیه و نصب درب ورودی کارخانه و تامین روشنایی محوطه کارخانه

می باشد. مقادیر و مشخصات فنی عملیات یاد شده به شرح زیر هستند:

شرح عملیات	واحد	مقدار	عملیات
تسطیح زمین شامل یک مرحله تیغ زنی توسط گریدر یا تراکتور تیغ دار انجام می شود. با توجه به مسطح بودن زمین محل اجرای طرح یک مرحله تیغ زنی در نظر گرفته شده است.	متر مربع	۳۰۰۰	تسطیح زمین
پی کنی و شفته آهکی به عمق ۶۰ سانتیمتر و عرض ۶۰ سانتیمتر، دیوار چینی به ارتفاع ۰,۴ متر با آجر گری و ملات سیمان به عرض ۳۰ سانتیمتر، سنگ کاری پایین دیوار با سنگ تیشه ای به ارتفاع ۰,۴ متر و پوشش کامل روی دیوار آجر گری، دیوار چینی با آجر سافل به عرض ۳۵ سانتیمتر و ارتفاع ۷۰ سانتیمتر با ملات سیمان، بندکشی، قرنیز کاری با ملات سیمان و نصب نرده فلزی به ارتفاع ۱,۲ متر	متر	۲۱۶	دیوار کشی
زیر سازی با مصالح بیس و کوبیدن با قلطک دستی و آب پاشی، قیر پاشی و پخش آسفالت بیندر و قلطک زنی آسفالت با قلطک دستی	متر مربع	۳۰۰	آسفالت
خاکریزی به ضخامت ۱۵ سانتیمتر و کوبیدن و آب پاشی، بلوکه چینی با بلوکه سیمانی کف با ملات سیمان	متر مربع	۱۵۰	پایه رو سازی
زیر سازی و رگلاژ و چیدن تیرچه بلوک با ملات سیمان	متر	۱۵۰	جدول کشی
چاهک زنی به ابعاد نیم متر و عمق ۰,۷ سانتیمتر، کود ریزی کف چاهک با بار حیوانی به مقدار مورد نیاز و کاشت نهال کاج و یا سفیدال و یا چمن کاری	متر مربع	۶۰۰	فضای سبز
چاهک زنی به ابعاد نیم متر و عمق یک متر، نصب تیر های فولادی به ارتفاع ۱۲ متر و بتن ریزی دور آن، سیم کشی و نصب وسایل مربوطه	شعله	۱۲	روشنایی محوطه
ساخت درب فولادی به عرض ۳ متر و ارتفاع ۲,۵ متر از پروفیل و ورق ۲,۵ میلیمتری فولادی، رنگ آمیزی درب، نصب درب بر روی پایه های مربوطه و تراز نمودن آن	باب	۱	درب ورودی

عملیات سیویل و ساختمان طرح توسعه شامل احداث سالن تولید، انبار عمومی، انبار محصول، ساختمان اداری و

نگهبانی و سرایداری می باشد. احجام و مشخصات مربوطه به شرح زیر می باشد:

شرح عملیات	واحد	مقدار	عملیات
پی کنی، رگلاژ، قالب بندی با آجری گری و گچ خاکی، آرماتور بندی شناژها، پایه ها و رابط ها، بتن ریزی فونداسیون با بتن عیار ۳۰۰، نصب و تنظیم پلیت ها و بولتها، سفارش، ساخت و حمل و نصب اسکلت فولادی سوله به فواصل دهانه ای ۶ متر و ارتفاع کناری ۶ متر، ترانشه زنی کف سوله برای کابل کشی برق، ساخت فونداسیون ماشین آلات و تجهیزات تولید، لوله کشی که سالن برای فاضلاب، کف سازی سوله با بتن عیار ۲۵۰ و شیب بندی های مربوطه، دیوار کشی دو رو نما با آجر سفال و بندکشی به همراه اجرای سنگ تیشه ای در دو طرف دیوار، نصب پنجره های سوله، نصب درب های کشویی به تعداد ۲ درب و عرض ۴ متر و ارتفاع ۴ متر، اجرای آبرو با ورق گالوانیزه و لوله های ناودانی هدایت آب، پوشش سقف سوله با ورق کرکره آبی، پشم شیشه و توری لانه مرغی. سیم کشی و روشنایی داخل سوله به تعداد ۲۰ شعله آویز، اجرای دیوار تفکیک کننده انبار از سالن تولید در داخل سوله	مترمربع	۱۱۰۴	سالن تولید، انبار عمومی و انبار محصول
پی کنی، رگلاژ، قالب بندی با آجری گری و گچ خاکی، آرماتور بندی شناژها و پایه ها ، بتن ریزی فونداسیون با بتن عیار ۳۰۰، نصب و تنظیم پلیت ها، نصب اسکلت فولادی با تیر آهن و جوشکاری های مربوطه، اجرای سقف با کرومیت و یا بلوک سقفی، دیوار کشی با آجر سفال یک رو نما، لوله کشی آب سرد و گرم، شیب بندی کف و موزائیک فرش، گچ خاکی دیوارهای و لوله خرطومی و جعبه کلید و پریز های برق، نصب چهارچوب درها، نصب پنجره ها، نصب چینی آلات بهداشتی، کاشی کاری سرویس بهداشتی، سفید کاری، سیم کشی نهایی و نصب کلیدها و پریزها، رنگ آمیزی داخلی و نصب دربهای داخلی و شیشه ها، بند کشی دیوارهای آجر سفال از بیرون، شیب بندی پشت بام با پوکه معدنی، سیمان کاری پشت بام، ایزوگام پشت بام	مترمربع	۱۵۰	ساختمان اداری و نگهبانی و سرایداری

۱۱- تاسیسات، ماشین آلات و تجهیزات مورد نیاز طرح:

تاسیسات مورد نیاز شامل تاسیسات برق رسانی، آبرسانی، گازرسانی، تلفن، تاسیسات سرمایشی و گرمایشی و آتش

نشانی و سیستم پیچینگ می باشد. شرح عملیات مربوطه به صورت زیر است:

شرح عملیات	واحد	مقدار	عملیات
برق مورد نیاز: - تجهیزات خط مکانیک ۳۰۰ کیلووات - تجهیزات خط الکترونیک ۱۵۰ کیلووات - سایر مصارف ۵۰ کیلووات اشتراک برق به میزان ۵۰۰ کیلووات سه فاز، احداث سویچ خانه و تامین تجهیزات اندازه گیری و سویچ آف، ترانسفورماتور، کابل کشی زمینی، تابلوهای اصلی برق	کیلووات	۵۰۰	برق رسانی
مصارف: - بهداشتی برای ۱۶ نفر پرسنل روزانه ۶۴۰ لیتر و سالانه ۱۹۲ متر مکعب - فضای سبز روزانه ۶۰۰۰ لیتر و سالانه ۶۰۰ مترمکعب بر مبنای ۱۰۰ روز در سال - سایر مصارف سالانه ۲۰۸ متر مکعب انشعاب آب صنعتی یک اینچ بر مبنای مصرف سالانه ۱۰۰۰ متر مکعب، لوله کشی و نصب کنتور آب، شیر آلات محوطه و سالن تولید.	اینچ	۱	آب رسانی
مصارف: - مصارف گرمایش روزانه ۴۰۰ متر مکعب و سالانه ۴۰۰۰۰ متر مکعب بر مبنای ۱۰۰ روز - سایر مصارف سالانه ۱۰۰۰۰ مترمکعب اشتراک گاز، لوله کشی و کنتور گاز	مترمکعب	۵۰۰۰۰	گاز رسانی
اشتراک چهار خط تلفن و کابل کشی های مربوطه	خط	۲	تلفن
تهیه و نصب ۵ دستگاه کولر آبی، تهیه و نصب ۳ دستگاه بخاری گازی در بخش اداری و نگهداری، تهیه و نصب دو دستگاه بخاری سالنی گازی برای سالن تولید	---	---	تاسیسات سرمایشی و گرمایشی
تهیه ۵ کیپسول ۵ کیلوگرمی آتش نشانی	---	---	تاسیسات آتش نشانی
تهیه و نصب سیستم پیچینگ داخلی کارخانه	---	---	سیستم پیچینگ

ماشین آلات و تجهیزات خط تولید شامل تجهیزات خط تزریق پلاستیک و خط الکترونیک هستند که در بخش

فرآیند تولید توضیح داده شده اند. تجهیزات کارگاهی شامل لوازم تعمیراتی و آچار آلات به شرح زیر هستند:

نام تجهیز	تعداد	واحد	مشخصات فنی
لوازم تعمیراتی	۱	سری کامل	دریل، فرز، گیره و میز کار و ...
آچار آلات	۱	سری کامل	آچار آلات، بکس، تجهیزات گریس کاری و روغن کاری و....

وسایط نقلیه داخل کارخانه جک پالت و وانت بوده که تعداد و مشخصات فنی آنها در جدول زیر آورده شده است.

نام تجهیز	تعداد	واحد	مشخصات فنی
جک پالت	۲	دستگاه	دستی با ظرفیت یک تن
وانت	۱	دستگاه	نیسان ۲ تنی با اتاق بار فولادی

تجهیزات اداری مورد نیاز طرح به شرح زیر هستند:

شرح	تعداد	واحد	مشخصات
کامپیوتر و پرینتر	۲	دستگاه	پنتیوم ۴ با پرینتر لیزری
لوازم دفتری کامل	۱	سری کامل	در حد معمول
تلویزیون	۱	دستگاه	۲۱ اینچ برای نگهبانی
کمد بایگان	۱	عدد	برای بایگانی پرونده های اداری و مالی
فکس	۱	دستگاه	پاناسونیک
تلفن	۳	دستگاه	پاناسونیک
یخچال	۱	دستگاه	۱۲ فوت از نوع مرغوب
گاو صندوق	۱	دستگاه	از نوع مرغوب ۶۰ کیلوگرمی

۱۲- سرمایه گذاری مورد نیاز:

هزینه های سرمایه گذاری در بخش زمین، محوطه سازی و ساختمان سازی بصورت زیر هستند. توضیح اینکه کلیه

هزینه ها در شرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به روز رسانی گردند:

شرح	مقدار	واحد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
تامین زمین صنعتی	۳۰۰۰	مترمربع	۱۵۰۰۰۰	۴۵۰
تسطیح زمین	۳۰۰۰	مترمربع	۲۰۰۰۰	۶۰
دیوار کشی	۲۱۶	متر	۶۰۰۰۰۰	۱۲۹,۶۰
آسفالت	۳۰۰	مترمربع	۱۵۰۰۰۰	۴۵
پیاده رو سازی	۱۵۰	مترمربع	۱۵۰۰۰۰	۲۲,۵۰
جدول کشی	۱۵۰	متر	۱۵۰۰۰۰	۲۲,۵۰
فضای سبز	۶۰۰	مترمربع	۱۲۰۰۰۰	۷۲
روشنایی محوطه	۱۲	شعله	۱۵۰۰۰۰۰	۱۸
درب ورودی	۱	باب	۱۵۰۰۰۰۰۰	۱۵
سالن تولید	۸۶۴	مترمربع	۱۳۰۰۰۰۰	۱۱۲۳,۲۰
سالن انبار عمومی	۱۲۰	مترمربع	۱۳۰۰۰۰۰	۱۵۶
سالن انبار محصول	۱۲۰	مترمربع	۱۳۰۰۰۰۰	۱۵۶
ساختمان اداری	۱۰۰	مترمربع	۲۵۰۰۰۰۰	۲۵۰
نگهبانی و سرایداری	۵۰	مترمربع	۲۵۰۰۰۰۰	۱۲۵
جمع کل				۲۶۴۴,۸

هزینه های سرمایه گذاری در بخش تاسیسات، تجهیزات کارگاهی، وسایط نقلیه و ملزومات اداری به شرح زیر

خواهد بود. توضیح اینکه کلیه هزینه ها در شرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به

روز رسانی گردند:

شرح	تعداد	واحد	هزینه واحد (ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
اشتراک برق	۵۰۰	کیلووات	۵۰۰۰۰۰	۲۵۰,۰۰
کابل کشی و تابلوهای برقی	درحد نیاز	---	---	۲۵۰,۰۰
اشتراک آب	۱۰۰۰	متر مکعب	---	۲۵,۰۰
لوله کشی آب	درحد نیاز	---	---	۲۵,۰۰
اشتراک گاز	۵۰۰۰۰	مترمکعب	---	۳۵,۰۰
لوله کشی گاز	درحد نیاز	---	---	۴۵,۰۰
تاسیسات سرمایشی و گرمایشی	طبق طرح	---	---	۲۰,۰۰
تلفن	۳	خط	۱۰۰۰۰۰۰	۳,۰۰
ابزار آلات کارگاهی و	۱	سری کامل	---	۲۰
میزکار، دستگاه جوش و....	۱	سری کامل	---	۲۰
لیفتراک ۲ تنی	۱	دستگاه	۳۵۰	۳۵۰,۰۰
جک پالت یک تنی	۵	دستگاه	۵	۲۵,۰۰
وانت	۱	دستگاه	۱۵۰	۱۵۰,۰۰
لوازم و ملزومات اداری	۱	سری کامل	---	۵۷
جمع کل				۹۸۱

هزینه های سرمایه گذاری در بخش ماشین آلات و تجهیزات به شرح زیر خواهد بود. توضیح اینکه کلیه هزینه ها

در شرایط ایده آل منظور شده است و در صورت نیاز بسته به مورد باید به روز رسانی گردند:

شرح	مقدار	واحد	هزینه واحد (هزار ریال)	هزینه کل (میلیون ریال)
دستگاه تراش ۲ متری	۱	دستگاه	۳۰۰۰۰۰	۳۰۰,۰۰
دستگاه تراش CNC	۱	دستگاه	۶۰۰۰۰۰	۶۰۰,۰۰
دستگاه دریل ستونی	۱	دستگاه	۱۰۰۰۰۰	۱۰۰,۰۰
تجهیزات خط الکترونیک	۱	سری	۵۰۰۰۰۰	۵۰۰,۰۰
تجهیزات تستر مکانیک	۱	سری	۳۰۰۰۰۰	۳۰۰,۰۰
تجهیزات تستر الکترونیک	۱	سری	۲۰۰۰۰۰	۲۰۰,۰۰
جمع کل				۲۰۰۰

هزینه های قبل از بهره برداری و هزینه های متفرقه که ۵ درصد از کل هزینه های سرمایه گذاری طرح را شامل

می شوند بصورت زیر هستند:

شرح	مقدار	هزینه کل (میلیون ریال)
هزینه های مشاوره، تهیه طرح، نقشه جات، حق ثبت قراردادها، بانکی و اداری و ...	۱٪ از کل	۵۶,۲۶
هزینه حمل و نصب و راه اندازی دستگاهها	۱٪ قیمت تجهیزات	۲۰,۰۰
آموزش پرسنل	۱۶ نفر ماه	۳۲,۰۰
هزینه های پرسنلی دوره اجرا	طبق طرحهای مشابه	۱۲۰,۰۰
هزینه های متفرقه و پیش بینی نشده	۵ درصد از کل	۲۹۲,۲۶
جمع کل		۵۲۰,۹۶

کل هزینه های سرمایه گذاری طرح بصورت زیر می باشد:

سهم از کل (درصد)	هزینه کل (میلیون ریال)	شرح
۴۳,۰۳٪	۲۶۴۴,۸۰	هزینه های زمین، محوطه سازی و ساختمان سازی
۱۵,۹۶٪	۹۸۱	هزینه های تامین تاسیسات، لوازم کارگاهی، وسلیط نقلیه و ملزومات اداری
۳۲,۵۴٪	۲۰۰۰	هزینه های تجهیزات و ماشین آلات تولیدی
۸,۴۸٪	۵۲۰,۹۶	هزینه های قبل از بهره برداری و متفرقه
۱۰۰٪	۶۱۴۶,۷۶	جمع کل

۱۲- منابع و مؤاخذ:

۱- گزارش فنی توجیهی ساخت یاتاقان مگنتی

۲- آمار واحدهای صنعتی کشور بر اساس انتخاب محصول، وزارت صنایع و معادن، معاونت توسعه صنعتی، دفتر

آمار و اطلاع رسانی

۳- مجموعه قوانین با آخرین اصلاحات قانون مالیاتهای مستقیم سال ۱۳۸۵، تدوین مسعود دانایی، انتشارات سعید

نوین قم

۴- قانون تامین اجتماعی، بیمه همگانی خدمات درمانی کشور، تدوین بهرام تاجانی، انتشارات لاهیجی قم، ۱۳۸۵

۵- اقتصاد مهندسی، تالیف دکتر کاظم اورعی و مهندس احمد اسدی، انتشارات دانشگاه هرمزگان- سال ۱۳۸۰

۶- اصول ارزیابی فنی و اقتصادی پروژه های صنعتی، انتشارات سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، معاونت

فنی، چاپ ۱۳۸۲

۷- دستور العمل تهیه طرح توجیهی بانک صنعت و معدن، سال ۱۳۸۳

۸- وب سایت رسمی شرکت شهرکهای صنعتی خراسان رضوی www.khorasaniec.ir

۹- وب سایت رسمی وزارت بازرگانی جمهوری اسلامی ایران. نقطه تجاری ایران www.irtp.com

۱۰- کتاب مقررات صادرات و واردات سال ۱۳۸۴، موسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی