بسم الله الرحمن الرحيم

٣١١٦٦

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تقدیم مدارک
۱۲۷۹ /۸/ ۱

دانشگاه شهید باهنر کرمان

دانشکده علوم - بخش فیزیک

پایان نامه برای تکمیل دورهٔ کاشناسی ارشد فیزیک

تحت عنوان:

طراحی و ساخت پمپ دیفیوژن

مؤلف:

سیدمحمد موسوی

-8689

استاد راهنما:

دکتر محمد آقا بلوری‌زاده

شهریور ماه ۱۳۷۴

۳۱۱۶۶

بسمه تعالی

این پایان نامه

به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد

به

بخش فیزیک

دانشکده علوم ، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود .

امضاء

دانشجو : سید محمد یوسفی

استاد راهنما: دکتر محمد علی بهزاد

داور ۱ : دکتر حسن تقی

داور ۲ : استاد حسن عبدالله زاده

داور ۳ : —

داور ٤ : —

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

حق چاپ محفوظ و متعلق به مولف است

تقـــــدیـــم بـــه :

اســـــاتیـــــد معظـــــم و

بسیجیان، این بندگان مخلص خدا

تشکروقدردانی

من لم یشکرالمخلوق، لم ...

خداوند متعال را سپاس می‌گویم که این فرصت را به من عطا فرمود که توانستم این مرحله از زندگی خویش را با کمال سربلندی و افتخار سپری سازم.

اینجانب بر خود لازم میدانم تا از کلیه اعضاء بخش فیزیک بخصوص از استاد گرامی جناب آقای دکتر محمد آقا بلوری‌زاده که همواره از هدایت عالمانه و از مدیریت و اخلاص ایشان بهره‌مند بوده‌ام و از استادان معظم، دکتر علیرضا بهرامپور، دکتر علی شجاعی، دکتر مجید رهنما، دکتر سید جلیل‌الدین فاطمی، دکتر محمدرضا مطلوب و دکتر اسماعیل مهدیزاده که از خرمن علم آنان ره توشه‌ای نسیبم گردیده صمیمانه قدردانی و تشکر نمایم.

همچنین از آقای مهندس منصور ایلاقی که الحق همکاری ایشان در همه امور و در اوقات اداری و غیر اداری بر هیچکس پوشیده نیست و نیز از آقایان نجیب‌زاده و شجاعی صمیمانه قدردانی و تشکر می‌نمایم.

در اینجا از مسئولین محترم مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی کرمان که با پشتوانهٔ مالی، اینجانب را در انجام این پروژه یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نمایم.

شایسته است که از مدیر کل محترم ادارهٔ کل آموزش و پرورش استان بوشهر و از ریاست محترم ادارهٔ آموزش و پرورش منطقهٔ سعدآباد که در امر تحصیل اینجانب مساعدت لازم را مبذول نموده‌اند تشکر و قدردانی می‌نمایم.

در پایان بدین وسیله از همسر فداکار و هفت فرزندم که باپذیرفتن مشکلات فرصت کافی برای تحقیق و مطالعه را برایم فراهم نمودند تشکر و سپاسگزاری کنم.

اجر همه نامبردگان فوق را از خداوند منان طلب می‌نمایم، امیدوارم عاقبت همهٔ آن بزرگواران ختم بخیر گردد.

انشاءا...

سیدمحمد موسوی

شهریور ماه ۱۳۷۴

چکیده:

هدف اصلی این پایان‌نامه "**طراحی و ساخت پمپ دیفیوژن**" می‌باشد. بدین منظور ابتدا گذری بر صنعت خلاء و خلاء سازی داریم تا اهمیت پمپ دیفیوژن را که عنصر اصلی این صنعت می‌باشد یادآور شده باشیم.

از آنجا که اساس کار پمپ دیفیوژن بر خاصیت ویسکوزیته و برخورد الاستیک مولکولها استوار می‌باشد، مطالبی راجع به این موضوعات را به طور خلاصه آورده، سپس چگونگی کار و شرایط ساخت آن پمپ را برشمرده‌ایم، پس از آن با استفاده از امکانات موجود و رعایت نکات فنی حداکثر تلاش و دقتمان را بکارگرفتیم تا به هدف مورد نظر رسیدیم. نهایتاً با استفاده از پمپ مذکور موفق شدیم محفظه خلاء مربوطه را در محدوده خلاء بسیار بالا تخلیه نموده و با درست کردن فشارسنج ماک لئود و بهره‌جوئی از فشارسنج پیرانی خلاء ایجاد شده را اندازه بگیریم.

والسلام
شهریور ۷۴

فهرست مطالب

عنوان ..... **صفحه**

فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱ مقدمه ۲

فصل دوم: خلاءسازی ۴

۲-۱ مقدمه ۵

۲-۲ خلاء ۶

۲-۳ ویسکوزیته ۱۱

۲-۴ رژیمهای جریان و کمیات مربوطه ۱۵

۲-۵ کاربردهای خلاء ۲۲

فصل سوم: خلاءسنجی ۲۴

۳-۱ مقدمه ۲۵

۳-۲ فشارسنج ماک لئود ۲۶

۳-۳ فشارسنج پیرانی ۳۰

فصل چهارم: پمپ دیفیوژن ۳۲

۴-۱ مقدمه ۳۳

۴-۲ مکانیسم پمپ کردن ۳۴

۴-۳ سرعت تخلیه ۳۸

۴-۴ عملکرد پمپ دیفیوژن ۴۲

۴-۵ اثر حرارت ۴۶

۴-۶ جریان برگشت به عقب، بافل وتله ۴۷

۴-۷ مراحل ساخت ۵۲

۴-۸ راه‌اندازی پمپ دیفیوژن ۶۲

فصل پنجم نتایج ۶۶

۵-۱ نتایج ۶۷

مراجع ۷۲

چکیده انگلیسی ii

فصل اول:
مقدمه

۱-۱- مقدمه:

در قرون اخیر بخصوص در دو قرن گذشته شاهد پیشرفت همه جانبه علوم و بخصوص فیزیک بوده‌ایم، از جمله شاخه‌های مهم علمی می‌توان فیزیک تجربی اتمی و الکترونی را نام برد. فیزیک تکنولوژی خلاء یکی از ارکان مهم این علوم است که در سایر شاخه‌های علمی بویژه فیزیک هسته‌ای، نجوم و دینامیک ذرات بسیار موثر است. این تکنولوژی در پیشرفت تکنولوژی الکترونیک و فیلمهای نازک نقش مهمی را ایفا می‌کند.

پیشرفت فیزیک خلاء خود مرهون اختراع پمپ دیفیوژن است. در زمینه خواص علمی کاربرد این پمپ افراد زیادی تحقیق کرده‌اند که به عنوان مثال می‌توان هابلانین[۱] [۱-۴] و سینگلتن[۲] [۱۸] را نام برد. در این زمینه مقالات مختلفی نیز به وسیله هابلانین و مالی کال[۳] [۶] و فلورسکو[۴] [۷-۸] وتوت[۵] [۱۹] منتشر شده وکتابهای مختلفی به وسیله داشمن[۶] [۹] و پاور[۷] [۱۰] تألیف گردیده است.

با عنایت به این واقعیت که پیشرفت تکنولوژی تنها با دستیابی به آخرین پیشرفتها علمی امکان‌پذیر است و انتقال تکنولوژی بدون گسترش دستیابی به علوم پایه ممکن نیست تصمیم گرفتیم که تکنولوژی خلاء را در داخل کشور بررسی نمائیم. همچنین روشن است که تحقیقات علمی در فیزیک بدون تکنولوژی خلاء امکان‌پذیر نیست لذا. نسبت به ساخت پمپ دیفیوژن اقدام کردیم، تا با کمک دیگران مکمل راه بالا باشیم.

بدین منظور در فصل دوم خلاء و خلاءسازی را مطرح کرده و عوامل موثر در آن و

1- Hablanian
2- Singleton
3- Maliakal
4- Florescu
5- Toth
6- Dushman
7- Power

کاربرد خلاء را یادآور می‌شویم. به منظور اندازه‌گیری فشار پمپ ساخته‌شده فصل سوم را به خلاء سنجی اختصاص داده‌ایم. پمپ دیفیوژن که موضوع اصلی بحث ما است در فصل چهارم مطرح شده که در آن فصل ابتدا عوامل مهم و مشخصه‌های مربوط به پمپ را مرور کرده، آنگاه شرایطی راکه در ساختن پمپ باید در نظر گرفت برشمرده و نهایتاً مراحل ساخت آن را شرح خواهیم داد. نتایج مربوط به راه‌اندازی پمپ دیفیوژن را در فصل آخر به اطلاع می‌رسانیم.

فصل دوم:
خلاء سازی

۲-۱- مقدمه:

گالیله، اولین کسی است که به کمک یک پیستون، خلاء نسبی را بوجود آورد. او دریافت با پمپ مکنده نمی‌توان آب را بیش از ۱۰ متر بالا آورد. شاگرد او توریچلی [۱] براساس این نتیجه فشار سنج جیوه‌ای را ساخت و نهایتاً در سال ۱۶۵۰ توسط گوریک [۲] اولین پمپ مکانیکی هوا ساخته شده دیگر، کاری برای ایجاد خلاء انجام نشد و تا دویست سال این موضوع راکد ماند تا اینکه دوماس [۳] در سال ۱۸۲۵ خلاء بهتری را با حرارت دادن آب و بیرون راندن آن از محفظه و سرد نمودن محفظه بدست آورد. در سال ۱۹۰۵ با اختراع پمپ روتاری [۴] جدیدی توسط ماک‌لئود، [۵] این اختراع تکرار گردید.

در این فصل ابتدا مفهوم خلاء را مطرح کرده بنا به ضرورت خلاءسازی، گذری بر چسبندگی و ضریب هدایت خواهیم داشت و نهایتاً کاربرد خلاء را مطرح می‌کنیم.

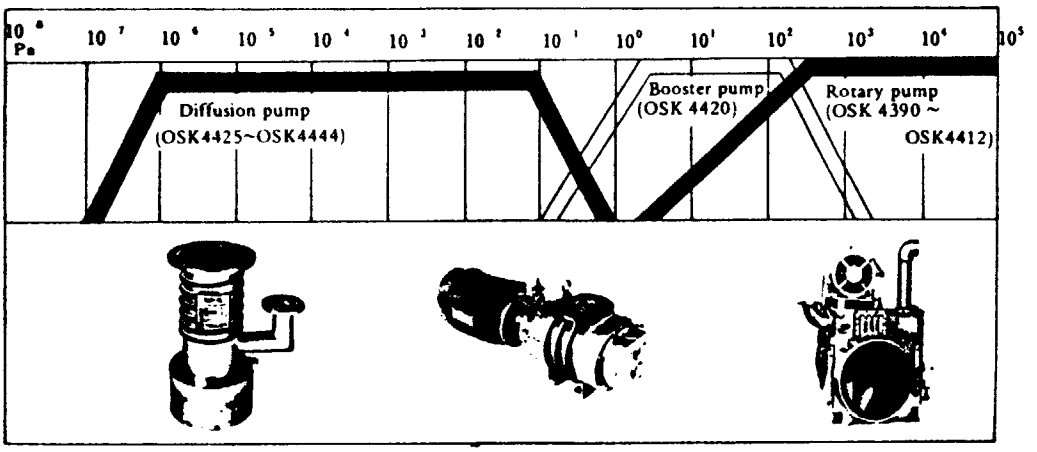
جدول ۲-۱: تقسیم‌بندی و محدوده خلاء [۱۱]

درجهٔ خلاء	فشار برحسب (Pa)
پائین	$۱۰^{۵}>P>۳/۳\times۱۰^{۳}$
متوسط	$۳/۳\times۱۰^{۳}>P>۱۰^{-۱}$
بالا	$۱۰^{-۱}>P>۱۰^{-۴}$
خیلی بالا	$۱۰^{-۴}>P>۱۰^{-۷}$
بسیار بالا	$۱۰^{-۷}>P>۱۰^{-۱۰}$
بینهایت بالا	$P<۱۰^{-۱۰}$

1- Evangelisto Torricelli
2- Otto Von Guricke
3- Jean Bastise Dumas
4- Rotary Pump
5- McLeod

۲-۲- خلاء:

خلاء اصطلاحاً به فضائی اطلاق می‌گردد که هوا یا دیگر گازها از آن بیرون رانده شده باشند. با اینکه می‌دانیم نمی‌توانیم گاز موجود در یک محفظه را کاملاً تخلیه کنیم. میزانی که لازم است تا گاز یک محفظه به بیرون رانده شود، بستگی به کاربرد آن دارد. می‌دانیم که سطح دیواره‌های هر محفظه در فشار اتمسفر توسط مولکولها بمباران می‌شوند. این مولکولها در برخورد با دیواره از آن منعکس شده یا به دیواره می‌چسبند. در اثر چسبیدن مولکول به دیواره به صورت مخلوط یا ترکیب، سطوح دیواره محفظه آغشته شده و مجدداً پاک می‌گردد. این عمل مرتب تکرار می‌گردد. اما وقتی خلاء بالا باشد، به دلیل بمباران کمتر دیواره توسط مولکولها، دیواره پاکتر می‌ماند. تعداد مولکولهای موجود در یک گاز در فشار اتمسفر بسیار زیادند و مسیرهای نامنظم می‌پیمایند. ممکن نیست یک مولکول از یک دیواره به دیواره دیگر محفظه برود و برخوردی با مولکولهای دیگر نداشته باشد. ولی با کاهش فشار به میزان زیاد، ممکن است مولکولها مسیر از یک یک دیواره به دیواره دیگر را بدون برخورد طی کنند. خلاء با ارزش وقتی فراهم شده که مولکولها هنگام حرکت به یکدیگر برخورد نکنند، در جدول ۲-۱؛ تقسیم‌بندی فشار را می‌بینیم.



شکل ۲-۱: محدوده فشار پمپ‌های دیفیوژن، بوستر و روتاری،[۱۲]

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران

با کنترل آلودگی و یا کاهش ناپاکی در پمپ‌ها و محفظه‌های خلاء، می‌توان خلاء بالا (HV) را به خلاء بسیار بالا (UHV) برد. یک دستگاه تخلیه کننده از یک مجموعه پمپ، یک دریچه و یک لوله که بتوانند فشار پایین را بوجود آورند تشکیل شده است. بسته به اینکه بخواهیم تا کدام درجه از خلاء برسیم بایستی از پمپهای مختلف با دقت‌های متفاوتی برخوردار شویم، شکل ۲-۱؛ بیانگر این موضوع است.

حرکت هوا در فشار اتمسفر معمولاً به وسیله پمپ‌های جابجا کننده (جایگزین کننده)انجام می‌گیرد. یک پمپ جابجا کننده، هوا را از محفظه تخلیه به فشار اتمسفر می‌برد (پمپ روتاری). این پمپ‌ها فقط برای تخلیه محفظهٔ کوچک بکار میروند. پمپ روتاری می‌تواند محفظهٔ تخلیه را تا فشاری حدود 1Pa تخلیه کند. برای دستگاهی که لازم است تا فشار کمتر از این محدوده پمپ گردند، بایستی پمپی را بکار گیریم که سرعت آن تابعی از چگالی گاز باشد. پمپ دیفیوژن[1] می‌تواند برای خلاء بالا استفاده شود. البته از پمپ مولکولی توربو[2] نیز بدین منظور استفاده می‌شود. محل تخلیه این دو پمپ بایستی به فشار حدود 5Pa تا 50Pa ختم گردد. بنابراین می‌توان از پمپ روتاری به عنوان پیش پمپ[3] برای پمپ دیفیوژن یا پمپ مولکولی توربو استفاده کرد. پمپ‌های دیفیوژن و مولکولی توربو را باید بین محفظه تخلیه و پیش پمپ قرار داد. آنها با سرد کردن مولکولها روی دیواره و شتاب دادن به مولکولها موجب شکار و خروج مولکولها از محفظه خلاء می‌گردند.به کمک این پمپ‌ها می‌توان فشار گاز محفظه خلاء را از 1Pa به 10^{-9}Pa کاهش داد.

مهمترین گازی راکه باید قادر باشیم، از محفظه خلاء بیرون ببریم هوا است.که خود از چند گاز

1- Diffusion
2- Turbomolecular
3-Backing Pump