١٤٢٢٧

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی هسته‌ای

عنوان پایان نامه

طراحی سیستم تهویه برای راکتور تحقیقاتی تهران

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی هسته‌ای

گرایش مهندسی راکتور

نام دانشجو:

ایمان علی زاده

اساتید راهنما:

دکتر امیر سعید شیرانی

استاد مشاور:

دکتر مرتضی قریب

۱۳۸۹/۷/۲۴

دی ۱۳۸۸

۱۴۲۶۶۷

تشکر و قدردانی

از استاد گرانقدر خود در دانشکده مهندسی هسته ای دانشگاه شهید بهشتی جناب آقای دکتر شیرانی که در طول تحصیل و انجام پروژه از آغاز تا انتها مرا از راهنمایی ها و کمک های خویش بهرمند نمودند کمال تشکر را دارم.

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر مرتضی قریب ریاست محترم راکتور تهران که شرایط لازم و دسترسی بنده را به اسناد و ساختمان راکتور فراهم ساختند کمال تشکر را دارم.

از خانواده عزیزم، پدر و مادر مهربانم که مهر بی دریغشان من را بدین پایه رسانید، سپاسگزارم.

دانشگاه شهید بهشتی

دانشکده مهندسی هسته ای

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی هسته ای

گرایش راکتور

تحت عنوان:

طراحی سیستم تهویه برای راکتور تحقیقاتی تهران

در تاریخ ۸۸/۱۰/۱۳ پایان نامه دانشجو، ایمان علی زاده ، توسط کمیته تخصصی داوران مورد بررسی و تصویب نهائی و با نمره ۱۹ مورد ارزشیابی قرار گرفت.

۱- استاد راهنما اول:	نام ونام خانوادگی دکتر امیر سعید شیرانی	امضاء
۳- استاد مشاور:	نام و نام خانوادگی دکتر مرتضی قریب	امضاء
۴-استاد داور (داخلی)	نام ونام خانوادگی دکتر احمدرضا ذوالفقاری داریانی	امضاء
۵- استاد داور (خارجی)	نام ونام خانوادگی دکتر نعم الدین متاجی کجوری	امضاء

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان نامه متعلق به دانشگاه شهید بهشتی
می باشد.

به نام خدا

نام ونام خانوادگی: ایمان علی زاده

عنوان پایان نامه: طراحی سیستم تهویه برای راکتور تحقیقاتی تهران

استاد راهنما: دکتر امیر سعید شیرانی

اینجانب **ایمان علی زاده** تهیه کننده پایان نامه کارشناسی ارشد/دکتری حاضر خود را ملزم به حفظ امانت داری و قدردانی از زحمات سایر محققین و نویسندگان بنا بر قانون Copyright می دانم. بدین وسیله اعلام می نمایم که مسئولیت کلیه مطالب درج شده با اینجانب می باشد و در صورت استفاده از اشکال؛ جداول، و مطالب سایر منابع، بلافاصله مرجع آن ذکر شده و سایر مطالب از کار تحقیقاتی اینجانب استخراج گشته است و امانتداری را به صورت کامل رعایت نموده ام. در صورتی که خلاف این مطلب ثابت شود، مسئولیت کلیه عواقب قانونی با شخص اینجانب می باشد.

نام ونام خانوادگی دانشجو:

امضاءوتاریخ

این تحقیق و پژوهش را به عزیزترین کسانم، پدر و مادر عزیزم تقدیم می نمایم.

مرکز اطلاعات و مدارک اسلامی
شعبه مدارک

فهرست مطالب

۱- مقدمه ای بر طراحی سیستم های تهویه هسته ای..... ۱٤

۱-۱- ملاحظات محیطی..... ۱٤

۱-۲- ناحیه بندی فضاها..... ۲۳

۱-۲-۱ محدوده ناحیه اصلی..... ۲٦

۱-۲-۲ ناحیه حفاظتی ثانویه..... ۲٦

۱-۲-۳ ناحیه حفاظتی ثالث..... ۲۷

۱-۳- ملاحظات کاربردی..... ۲۸

۱-۳-۱ فیلترهای هوای ورودی..... ۳۰

۱-۴- شرایط اضطراری..... ٤۰

۱-۴-۱ فاکتور آلودگی زدایی..... ٤۷

۱-۴-۲ ملاحظات طراحی سیستم تهویه..... ٤۹

۱-۴-۳ قوانین کاربردی و استانداردهایی برای سیستم های تهویه ی اضطراری..... ۵۰

۱-۵- ملاحظات طراحی محیطی..... ۵۲

۲- فیلتر ها..... ۵٦

۲-۱- انواع فیلترهای هوا..... ۵۷

۲-۲- فیلتراسیون..... ۵۹

۲-۲-۱ گردآوری ذرات توسط فیلترها..... ٦۰

۲-۲-۲ نگهداری ذرات در فیلترها ٦٢
۲-۲-۳ مقاومت فیلترها در برابر جریان هوا ٦٢
۲-۳- فیلترهای HEPA ٦٤
۲-۳-۱ بستر فیلتر ٦٤
۲-۳-۲ ساختمان فیلترها ٦٧
۲-۳-۳ فیلترهای بدون تفکیک کننده ی HEPA ٧١
۲-۳-٤ فیلترهای نیمه تا خورده ی HEPA ٧٢
۲-۳-٥ رده ها و سایز فیلتر های HEPA ٧٤
۲-۳-٦ خصوصیات عملکردی فیلترهای HEPA ٧٩
۲-۴- پیش فیلترها ٩٠
۲-۴-۱ ساختمان پیش فیلترها ٩٥
۳- سایر اجزای سیستم تهویه ٩٨
۳-۱- کانال ها ٩٨
۳-۱-۱ طراحی کارکردی ٩٨
۳-۱-۲ طراحی مکانیکی ٩٩
۳-۱-۳ مراجع ها، استانداردها، کدهای کاربردی ١٠٥
۳-۱-۴ جنس کانال ١٠٥
۳-۱-۵ پوشش های محافظی و رنگی ١٠٥
۳-۱-۶ نشتی از کانال ها ١٠٦

۳-۲- اتصالات انعطاف پذیر ۱۰۷
۳-۳- دمپرها و لوورها ۱۰۸
۳-۳-۱ دمپر ۱۰۸
۳-۳-۲ طراحی و ساخت ۱۱۱
۳-۳-۳ عمل کننده دمپرها ۱۱۲
۳-۳-۴ لوورها ۱۱۳
۳-۴- فن ها و موتور ها ۱۱۵
۳-۴-۱ انواع فن ها و کاربردهای آنها ۱۱۵
۳-۴-۲ پارامتر های موثر بر انتخاب فن ۱۱۶
۳-۵- دود کش ها و ورودی های هوا ۱۲۳
۳-۵-۱ ورودی های هوا و دود کش ها ۱۲۳
۳-۵-۲ اندازه گیری ورودی ها و دود کش ها ۱۲۴
۴- طراحی سیستم تهویه راکتور تهران ۱۲۶
۴-۱- راکتور تهران ۱۲۶
۴-۱-۱ سیستم تهویه موجود ۱۲۷
۴-۲- شرایط ۱۲۸
۴-۲-۱ شرایط خارجی ۱۲۹
۴-۲-۲ محاسبه مقاومت حرارتی ۱۳۰
۴-۲-۳ شرایط داخلی ۱۳۳

٤-٣- انتخاب و تعیین تجهیزات ١٤٠

٤-٣-١ فیلتراسیون ١٤٣

٤-٣-٢ انتخاب دستگاه هواساز ١٤٤

٤-٤- تعدیل فشار ١٥١

٤-٥- سیستم تخلیه هوا ١٥١

٤-٥-١ فیلتراسیون هوای اگزاست ١٥٢

٤-٥-٢ کانال کشی سیستم تخلیه هوا ١٥٢

٤-٦- نتایج طراحی ١٥٥

پیوست ها ١٥٧

پیوست اول داده های ورودی و خروجی به نرم افزار HAP 4.34 ..... ١٥٩

پیوست دوم – پلان سیستم تهویه ١٨١

پیوست سوم – معرفی نرم افزار HAP ١٨٨

پیوست چهارم – سیستم های تصفیه گاز ٢٠١

منابع و مآخذ ٢٥٠

چکیده

نام و نام خانوادگی: ایمان علی زاده

عنوان پایان نامه: طراحی سیستم تهویه برای راکتور تحقیقاتی تهران

اساتید راهنما: دکتر امیر سعید شیرانی
استاد مشاور: دکتر مرتضی قریب

درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد
رشته تحصیلی: مهندسی هسته ای
دانشگاه: شهید بهشتی

تاریخ فراغت از تحصیل: دی ۸۸
گرایش: مهندسی راکتور
دانشکده: مهندسی هسته ای

کلمات کلیدی : سیستم تهویه – تخلیه – فیلتر – فن –راکتور تحقیقاتی تهران

چکیده:

سیستم های تهویه امروزه در تمامی صنایع کاربرد دارند، در تاسیسات هسته ای، اولویت این سیستم ها در کنترل سطح آلودگی و تنظیم نسبت فشار ها در نواحی مختلف و در مراحل بعد فراهم آوردن شرایط آسایش کارگران است. فیلتر ها نقشه اصلی برای جاذب آلودگی و فن ها و سیستم تخلیه وظیفه تنظیم فشار در نواحی گوناگون را بر عهده دارند. همچنین تاسیسات هسته به دلیل آلودگی همواره در فشار کمتری نسبت به محیط قرار داده می شوند تا همواره جهت جریان هوا به سمت تاسیسات باشد و آلودگی تحت هیچ شرایطی به محیط زیست وارد نشود .

این رساله شامل ۴ فصل می باشد. که در فصل اول درباره اصول کلی سیستم های تهویه، در فصل دوم درباره فیلتر ها که به عنوان قلب سیستم تهویه می توان نام برد، در فصل سوم در باره سایر اجزاء سیستم تهویه و در فصل چهارم به طراحی سیستم تهویه برای راکتور تهران با توجه به استاندارد های جدید ASME AG-1 و ASME N510 می پردازیم. که نتایج زیر از طراحی دوباره سیستم تهویه حاصل شد :

- کل هوای ورودی از فیلتر HEPA عبور می کند.
- سیستم از لحاظ فشار دارای تعادل بیشتری می باشد.
- توسط سیستم تهویه کلیه فضا ها به دمای مطلوب می رسند.

فصل اول

مقدمه ای برطراحی سیستم های تهویه هسته ای

۱- مقدمه ای بر طراحی سیستم های تهویه هسته ای

مقدمه

در این قسمت درباره طراحی و استانداردهای مرتبط و لازم برای سیستمهای تصفیه و تهویه هوا بحث می کنیم. همچنین درباره سیستمهای مورد استفاده در فرآوری ،تولید سوخت ،بازفراوری ،سیستمهای تحقیقاتی ،ذخیره سازی و کاربردهای دیگر بحث می شود.

۱-۱- ملاحظات محیطی

پیچیدگی سیستم تهویه بخاطر این است که باید ضمن فراهم نمودن محیطی ایمن برای کارکنان، مانع از رها سازی مواد رادیواکتیو و دیگر مواد سمی در جو شد، برای این کار باید عوامل محیطی زیر را مد نظر داشت:

- ذرات آلوده باید از میان بروند (رادیواکتیویته ، سمیت ، مواد خورنده ، ذرات ریز و...)
- حرارت (حرارت ایجاد شده از فرآیند و آتش سوزی)
- رطوبت (رطوبت محسوس ناشی از بخار و آب)
- تشعشع (کارکنان در معرض و مواد در معرض)
- شرایط محیطی دیگری که باید کنترل شود (شرایط ویژه)

در طراحی سیستم تهویه مطبوع در نظر گرفتن شرایط محیطی اولین قدم به شمار می رود. قبل از طراحی اجزای سیستم طراح باید تمام عوامل محیطی را در نظر بگیرد. معمولا طراح سیستم تهویه پارامترهای طراحی و پارامتر های محیطی را برای اینکه با هم سازگار باشند، مشخص می کند. برای طراحی سیستم این پارامتر ها باید از قبل برای طراح مشخص باشند، زیرا بیشتر طراحی بر پایه این پارامتر ها می باشد. اگر پارامترهای محیطی به دقت بدست آیند سیستم و تجهیزات کارکرد مناسبی خواهند داشت که باعث افزایش طول عمر سیستم خواهد شد. همچنین این کار باعث می

شود که بتوانیم مشخص کنیم که سیستم وظایف خود را چگونه انجام می دهد و چه مقدار بازدهی دارد. جـدول ۱-۱ تعدادی از پارامتر هایی که برای طراحی سیستم مورد نیاز است نشان می دهد.

جدول ۱-۱ تعدادی از پارامتر های مورد نیاز برای طراحی سیستم

پارامتر	مثال
نوع گازهای موجود	هوا، اکسیژن، نیتروژن و ....
مقدار جریان هوا	مقدار بیشیته و کمینه جریان در شرایط عادی و حادثه
فشار و افت فشار	مقدار اختلاف فشار در خروجی ها یا ورودی ها،فشار ماکسیمم سیستم (معمولا در شرایط حادثه) ، مقدار حداکثر افت فشار مجاز در سیستم تهویه
دما	مقدار ماکسیمم و مینیمم دما در جریانهای هوا و تجهیزات
تشعشع	مقدار ماکسیمم مورد انتظار تابش آلفا ، بتا ، گاما و نوترون و مقدار دوز مجاز
رطوبت نسبی و آب موجود	مقدار ماکسیمم و مینیمم رطوبت هوای ورودی به سیستم تهویه ، مقدار آبی که مستقیما اسپری میشود برای خاموش کردن آتش
آلودگی هایی که از هوا باید (یا نباید) جدا شوند	جداسازی ذرات ریز ، بخارات ، مواد شیمیایی ، مواد آلی و دیگر مواد
زمان استفاده از سیستم	مقدار عمر سیستم

ذرات داخل هوا و گازها :

برای طراحی کارآمد و بهینه سیستم تهویه ، باید تمامی آلاینده های موجود در جریان هوا شناخته شوند. برای طراحی خوب تمامی مواد آلوده کننده ،هم ذرات و هم گازها ، باید به درستی شناخته شوند . همچنین دیگر ذرات ، گازها و مواد شیمیایی باید به درستی تشخیص داده شوند . وجود مواد ریز آلی ، داخل شدن آب و اسید و اثر آن بر روی اجزا سیستم باید بررسی و در صورت وجود باید در طراحی مد نظر قرار گیرند.

ورودی سیستم تهویه باعث ورود گرد و خاک به تاسیسات می شود . دیگر راههای ورود ذرات، ورود از طریق هوای نفوذی از درزها و توسط کارکنان است (مثل مو و ...) همچنین ساطع شدن گاز از مواد (رنگ ،حلال ها و...) نیز باعث ورود آلودگی به سیستم می شود. برای کلیه این فاکتور ها باید راهی اندیشید و سیستمی طراحی شود که این موارد در آن دیده شده باشد . تمامی این آلودگی ها خطرناک هستند و بعضی از آنها زمانیکه در محیط های خاصی قرار بگیرند تبدیل به مواد رادیو اکتیو می شوند.(مثل جذب شدن توسط گازهای رادیو اکتیو) . ذرات در گستره ۰.۰۵ تا ۵ میکرو متر از اهمیت بالایی برخوردار هستند . چنین ذراتی حتی اگر رادیو اکتیو نیز نباشند برای سلامتی مضر هستند .همانگونه که در جدول ۱-۲ نشان داده شده است بیشتر از ۹۱ درصد ذرات معلق، از نظر تعداد ، در یک نمونه هوای منتخب شهری دارای اندازه حدود ۰.۰۵ میکرو متر است.[۱]

جدول ۱-۲ نحوه توزیع ذرات در یک نمونه از هوای شهر[۱]

Mean Particle Size (um)	*Particle Size Range (um)*	*Approximate Particles Count per Cubic Foot of Air*	*Percent by Weight*	*Percent by Count*
20.0	50-10	12.5×10^3	28	1×10^{-10}
7.5	10-5	10×10^4	63	8×10^{-10}
2.5	5-1	12.5×10^6	6	1×10^7
0.75	1-0.5	10×10^7	2	8×10^7
0.25	0.5-0.1	12.5×10^9	1	1×10^4
0.05	0.1-0.001	12.5×10^{15}	<1	99.9999

Description	Appearance	Kinds	Percent Present by Weight	
			Range	Average
Spherical		Smokes Pollens Fly Ash	0-20	10
Irregular Cubic		Minerals Cinder	10-90	40
Flakes		Minerals Epidermis	0-10	5
Fibrous		Lint Plant Fibers	3-35	10
Condensation Flocs		Carbon Smokes Fumes	0-40	15

شکل ۱-۱ توضیع ذرات (درصد وزنی) در هوای آزاد [۱]

گزارشها درباره جمع شدن ذرات در هوا اساسا بر پایه جرم ذرات است همانگونه که در جدول۱-۲ نشان داده شده است. نسبت جرم به تعداد کل ذرات در هوا برای

انتخاب نوع فیلتر دارای اهمیت است. زیرا بعضی از فیلترهایی که بازده بالایی در جذب ذرات بزرگ دارند برای جذب ذرات ریز (کوچکتر از ۰.۷۵ میکرو متر) کارایی چندانی ندارند . ولی باید به این نکته توجه داشت که بیشتر فیلتر های معمولی در سیستمهای تهویه هسته ای به عنوان فیلتر های اولیه استفاده می شوند. به عبارت دیگر فیلترهای هپا[1] (HEPA) دارای بازدهی بالایی برای ذرات در تمامی ابعاد هستند حتی ابعادی کوچکتر از ابعاد موجود در جدول ۱-۲ . بازده این فیلترها حداقل ۹۹.۹۷ درصد است .از این فیلترها برای ذراتی کوچکتر از ۰.۰۷ تا ۰.۳ میکرو متر عبور می کنند. تجمع ذرات در هوای آزاد ممکن است متغیر باشد، از کمتر از ۲۰ میکروگرم در هر مترمکعب در یک محیط روستایی تا بیشتر از ۲۰ میلیگرم در هر متر مکعب در یک محیط صنعتی . انتخاب فیلتر، بخصوص فیلتر اولیه باید با توجه به هوای آزاد محل احداث تاسیسات و مقدار گرد و خاک موجود در هوای محل صورت گیرد .

در هنگام کار یک راکتور اتمی گازهای رادیواکتیوی از نوع گازهای نجیب و هالوژن ها تولید می شود[۱۴] . به دلیل اینکه هالوژن ها از لحاظ شیمیایی فعال هستند، میل آنها به واکنش با جاذب ها بالا می باشد،بنابر این جداسازی آنها از طریق جذب بوسیله جاذب ها را آسان می باشد. مشکل گازهای نجیب هستند(به دلیل پایستار بودن)، برای جذب آنها را مدتی در یک محفظه قرار می دهند یا به گونه ای خروج آنها را به تاخیر می اندازند تا به عناصر دیگری با نیمه عمر کوتاه تر تبدیل شوند، سپس در جو تخلیه می کنند.

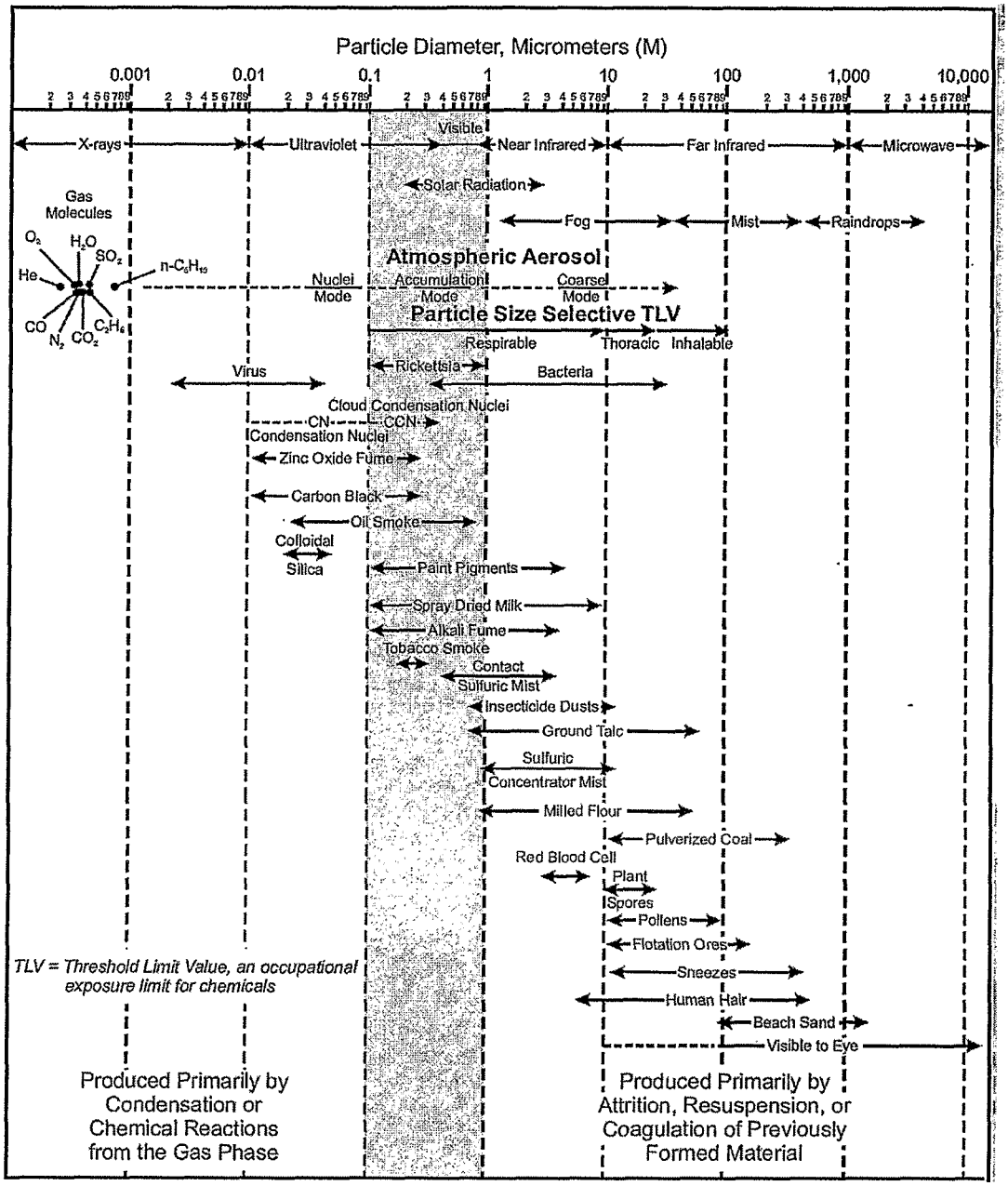
همچنین می توان این گازها را با روشهایی چون تبرید ، جذب بوسیله ذغال چوب یا جاذب های فلوئوروکربن تصفیه کرد. گازهای هالوژن و ترکیبات آلی ید دار معمولا بوسیله کربن یا ترکیبات مصنوعی حاوی سیلیکات جذب می شوند. گاز های حاصل از فعالیت راکتور های هسته ای در پیوست ۴ موجود می باشد.

با توجه به مطالب بیان شده و استاندارد ASHRE برای فیلتراسیون هوا از فیلتر های هپا و برای تصفیه هوا از جاذب های ذغال چوب استفاده می شود.

---

[1] High Efficiency Particle Absorbing

شکل ۱-۲ مشخصات هوای آزاد و ذرات تولید شده ، بخارات و محدوده کار دستگاههای تصفیه هوا [۱]



فشار هوا

به دلیل آنکه فشار تاثیر زیادی بر روی تجهیزات فن ها و نرخ جریان هوا دارد، فشار یکی از پارامترهای مورد نیاز برای طراحی سیستمهای تهویه مطبوع است.. فشار هوا با نحوه تغییر فشار از حالت نرمال به حالات حادثه یا واژگونی فشار هوا (آتش ممکن است باعث افزایش فشار شود) در گیر است. مفصلا در این باره در قسمت طراحی سیستم تهویه بحث شده است.

رطوبت

در سیستم تهویه مطبوع، رطوبت دارای اهمیت است.رطوبت در هوا ممکن است بوسیله جمع شدن ذرات بر روی فیلتر و پاره کردن فیلتر بر روی بازده سیستم تهویه مطبوع اثر بگذارد. در جاهایی که انتظار وجود قطرات آب می رود، برای جلوگیری از افزایش رطوبت حفاظت فیلترها در برابر رطوبت از دستگاههای رطوبت گیر باید در نظر گرفته شوند. به طور کلی رطوبت موجود در هوا و آب وارد شده به هوا در دستگاههای هواساز منابع اصلی رطوبت در سیستم هستند. زمانیکه سیستم ایمنی اسپرینکلرهای[1] آتش نشانی در سیستم موجود می باشند ،در زمان کار آنها رطوبت ناشی از فعالیت آنها به فیلتر ها رسوخ می کند. در زاکتور های هسته ای هنگام وقوع سوانحی چون LOCA[2] یاخرابی مبدل حرارتی[3]. رطوبت بسیار زیادی به وجود می آید این رطوبت بالاو معمولا دارای آلودگی است که منجربه پارگی یا بسته شدن فیلترها می شود.و معمولا باید فیلترها را تعویض و معدوم نمود.

دما

اگرچه بعضی از اجزای سیستم تهویه مطبوع برای کار در محدوده دمایی معینی مناسب هستند، اما طراح سیستم تهویه باید کارکرد تمامی اجزا سیستم را در دمای بیشینه و کمینه معین شده برای کار سیستم را صورت گیرد. در شرایط اضطراری با توجه به خاموش بودن سیستم تهویه معمولا کنترلی روی دما صورت نمی گیرد.

---

[1] Sprinklers
[2] Loss Of Coolant Accident
[3] Heat Exchanger Failure