

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی

تعیین مشخصات فنی پایلوت بازیافت انرژی از زباله

وهاب مکاریزاده

Vmokarizadeh@nri.ac.ir

پژوهشگاه نیرو- پژوهشکده انرژی و محیط زیست

واژه‌های کلیدی: پایلوت بازیافت انرژی از زباله، طراحی زباله سوز، زباله سوز با هوای کنترل شده

چکیده:

کنترل و همواره در حالت مطلوب قرار داده میشود. در این مقاله اجزاء اصلی پایلوت زباله‌سوز مانند سیستم تغذیه اتوماتیک زباله سوز، کوره، مبدل حرارتی، اسکرابر و غبارگیر، سیستم کوران پایلوت و همچنین سیکل آب طراحی گردیده و در نهایت مشخصات فنی آن به منظور ساخت ارائه می گردد. ساخت پایلوت زباله‌سوز با هدف آزمایش و مشاهده عملی احتراق زباله‌ها بر اساس تئوریا و فرضیات علمی احتراق صورت گرفته و آنرا می‌توان نمونه کوچکی از نیروگاه زباله‌سوز به حساب آورد.

زباله سوزهای کوچک یکی از راههای اصولی و رایج انهدام بهداشتی زباله های بیمارستانی، صنعتی و . . . در دنیا محسوب می گردند. بدیهی است که طراحی این زباله سوزها با توجه به محل نصب آنها و ماهیت زباله ها از اهمیت خاصی برخوردار است. زباله سوزهای با هوای کنترل شده^۱ با توجه به عملکرد ممتاز آنها از پرفرودارترین فتاوری زباله سوزها در دنیا محسوب می شوند. در این نوع زباله سوزها، زباله ها از طریق یک تغذیه کننده اتوماتیک به محفظه اولیه تغذیه و پس از احتراق اولیه آن بصورت شبه پیرولیز، گازهای حاصل از احتراق در محفظه ثانویه بصورت کامل محترق می گردند. حرارت گازهای خروجی از محفظه ثانویه توسط یک مبدل حرارتی بازیافت و سپس آلاینده های همراه آن توسط سیستم کنترل آلاینده پایلوت زدوده و به حد مجاز کاهش داده شده و در نهایت به اتمسفر تخلیه می گردد. فرآیند احتراق و کلاً عملکرد پایلوت توسط یک سیستم کنترل اتوماتیک

۱. مقدمه

با افزایش جمعیت، تنوع فعالیتها، تولید انبوه زباله‌های گوناگون اعم از بیمارستانی، صنعتی غیره و همچنین مشکل انتقال و غیر بهداشتی بودن دفن آنها همراه با زباله های شهری قطعاً نقش زباله سوزهای کوچک را که در محل نصب می گردند، بیش از بیش آشکار می سازد. بدین منظور فناوریهای گوناگونی توسعه داده شده اند. زباله سوزهای از نوع مولدار با هوای کنترل شده با توجه به فرایند احتراق آن دارای حداقل

^۱-Controlled Air Units

۲. تشریح عملکرد سیکل احتراق پایلوت زباله‌سوز

شکل (۱) نمای کلی از سیکل احتراق پایلوت زباله‌سوز را نشان می‌دهد. در چنین طراحی در ابتدا زباله‌های جمع‌آوری شده با همدیگر مخلوط شده و به اندازه های ۱۲,۵ کیلوگرمی توسط اپراتور در مخزن تغذیه کننده اتوماتیک قرار داده می‌شود. زباله ها در پریدهای زمانی ۱۵ دقیقه بصورت اتوماتیک به محفظه اولیه تغذیه می شود. دهانه ورودی کوره طوری طراحی شده است که فقط هنگام تغذیه زباله باز می شود و در بقیه مواقع جهت جلوگیری از ورود هوای اضافی و یا اتلاف حرارتی کوره بسته می ماند. کوره مورد نظر از نوع کوره با دیواره نسوز انتخاب می شود. جنس عایقهای نسوز بستگی از جنس سیمان نسوز با ترکیبات آلومینا و مواد دیگری که قابلیت مقاومت در مقابل شوکهای حرارتی را داشته باشند، انتخاب می گردد. عایقها وظیفه کاهش انتقال حرارت از دیواره های کوره و حتی بازتاباندن حرارت به کوره را دارند. این عایقها همچنین بایستی قابلیت مقاومت در مقابل سایش^۱ و خوردگی^۲ ناشی از برخورد فیزیکی زباله با آنها و یا ناشی از وجود سیالات اسیدی را داشته باشند و یا اینکه توسط مواد دیگری پوشانده می شوند. دیواره کوره توسط هوای جریان یافته بر روی دیواره های خارجی کوره و بکارگیری درصد هوای اضافی بیشتر برای پائین آوردن دمای شعله در محدوده مجاز کنترل می‌گردد. لازم بذکر است که با بالا رفتن درصد هوای اضافی، حجم کوره و همچنین ظرفیت تجهیزات پائین دست کوره نظیر فنها، تجهیزات کنترل آلودگی هوا و دودکش بیشتر می شود که هزینه سرمایه گذاری بیشتری را بدنال خواهد داشت. با توجه به اینکه در این طرح ظرفیت بسیار پائین بوده لذا امکان بکارگیری شبکه غیر ممکن می‌گردد. تنها راه تلاطم زباله ها اغتشاش بوجود آمده توسط هوای زیر شعله است. جریان هوای زیر شعله از طریق منافذ موجود در دو طرف محفظه اولیه صورت می‌گیرد.

انتشار آلاینده‌گی بوده و در حین حال دارای کمترین اتلاف حرارتی بوده به نحوی که میتوان حرارت بیشتری از آن را بازیافت نمود.

پر واضح است که طراحی صحیح و بهینه زباله سوزها می‌تواند گامی مهم در جهت عملکرد مطلوب آنها محسوب گردد. با توجه به اینکه سوخت مصرفی زباله‌سوز دارای ترکیب ثابتی نمی‌باشد. لذا قبل از طراحی سیستم بایستی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زباله مشخص شده باشد. بطور کلی اجزاء نیروگاه بر اساس مشخصات و ظرفیت زباله ورودی محاسبه و طراحی گردیده و تغییرات اندک در ترکیب و ارزش حرارتی زباله را می‌توان با ابزارهای کنترل احتراق همانند سوخت کمکی و هوای اضافی کنترل نموده و فرایند احتراق را بصورت بهینه هدایت نمود. شرایط احتراق بایستی طوری در نظر گرفته شود که علاوه بر دارا بودن حداکثر راندمان احتراق، قوانین و مقررات زیست محیطی را نیز کاملاً رعایت نماید. برای اطمینان از کاهش غلظت آلاینده‌گی گازهای خروجی از کوره به حد مجاز، یک سیستم کنترل آلودگی هوا شامل اسکرابر و غبارگیر پیش بینی شده است.

تولید آبگرم برای مصرف محلی محصول ثانویه این پایلوت پس از انهدام زباله ها بشمار می آید. و گامی بسیار مهم در جهت کاهش مصرف سوخت و آثار سوء زیست محیطی مصرف آن بشمار می رود. علاوه بر این، بازیافت انرژی از نظر اقتصادی نیز قابل توجه بوده و گامی در جهت بازگشت سرمایه محسوب می گردد.

در این تحقیق طراحی مفهومی پایلوت زباله‌سوز از نوع مودلار با هوای کنترل شده و ظرفیت اسمی 50 kg/hr انجام خواهد گردید. لازم به یادآوری است که پس از بررسیهای فنی بعمل آمده بین فناوریهای گوناگون زباله‌سوزی، فناوری زباله‌سوزی فوق الذکر که دارای کمترین آلاینده‌گی در بین فناوریهای دیگر بوده، انتخاب گردیده است. طراحی شامل تعیین مشخصات فنی و ابعادی سیستم تغذیه اتوماتیک زباله، کوره های مودلار، مبدل حرارتی، سیستم کنترل آلودگی هوا، فن های دمشی و مکشی و همچنین طراحی مسیر آب پایلوت زباله‌سوز می‌باشد [۱]

1- Erosion
۲- Corrosion

یک مبدل حرارتی پوسته لوله ای از نوع واترتیوب می شود. جریان گاز و آب در این مبدل بصورت متقاطع بوده و آب خروجی از مبدل با دمای حدود ۹۰ درجه سانتیگراد از مبدل خارج می گردد.

ذرات معلق در گازها در اسکرابر و غبار گیر زدوده می شوند. آلاینده های گازی نظیر گازهای اسیدی SO_2, HCl مطابق آنچه که بیشتر بررسی گردید تا حدود زیادی حذف می گردند و در نهایت گازها به کمک یک فن مکشی از طریق دودکش به اتمسفر تخلیه می گردد [۲]

۳. طراحی و محاسبات سیکل احتراق پایلوت زباله سوز

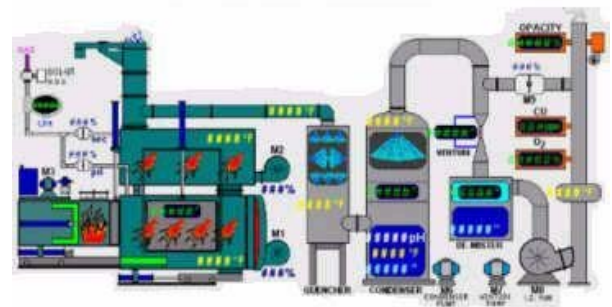
مسیر احتراق پایلوت زباله سوز مورد نظر دارای المانهای اصلی سیستم تغذیه اتوماتیک زباله، کوره، بازیاب حرارت، فنها اسکرابر ترو غبارگیر بوده که بایستی با توجه به نرخ زباله ورودی محاسبه و طراحی گردند.

طراحی ترمودینامیکی اجزاء بر اساس قوانین بقای جرم و انرژی صورت می گیرد و پس از نتایج این محاسبات در صورت لزوم ابعاد و سایر مشخصات اجزاء و مجموعه با توجه به روابط موجود، محاسبه و تعیین خواهد گردید. بدیهی است که محاسبات انجام شده با توجه به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی زباله مورد نظر انجام خواهد شد و اعتبار محاسبات و طراحی این زباله سوز فقط برای این زباله معتبر خواهد بود.

۳-۱- طراحی سیستم تغذیه اتوماتیک زباله

اصولاً سیستم های تغذیه مکانیکی اتوماتیک به دلایل زیر بر تغذیه دستی برتری دارند [۳]:

- این گونه تجهیزات ایمنی بیشتری در مقابل شعله های آتش و محصولات احتراق آزاد شده از زباله سوز را در طی شارژ کوره فراهم می کنند.
- از ورود هوای اضافی به زباله سوز جلوگیری می کند که این کار سبب کنترل احتراق می گردند.
- شارژ مقدار معینی از زباله را در فواصل زمانی مشخص ممکن می سازند.

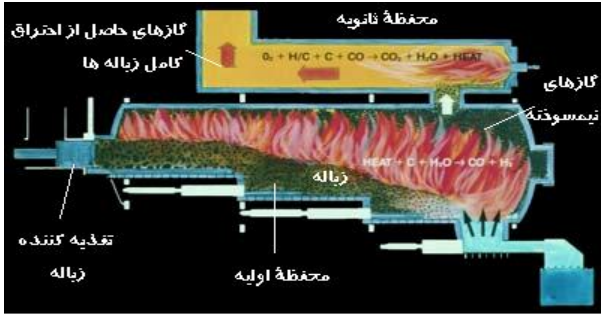


شکل (۱)-نمای کلی از سیکل احتراق پایلوت زباله سوز

بخش اعظم هوای مورد نیاز جهت احتراق توسط هوای زیر شعله تأمین می گردد. برخورد هوا با زباله سبب اختلاط بهتر هوا با زباله شده و در صورتی که سرعت هوای زیر شعله از حد مجاز بیشتر باشد، تولید حجم زیادی از خاکستر معلق در کوره می نماید. در محفظه اولیه بخشی از زباله تبدیل به خاکستر و بخش اعظم بقیه به مواد آلی نسوخته و یا بصورت ناقص سوخته تبدیل می گردد. همچنین آب موجود در زباله و رطوبت هوا نیز بصورت بخار همراه با گازهای دیگر از کانال خروجی به محفظه ثانویه تخلیه می گردد. در محفظه ثانویه هوای اضافی از طریق نازلهای مخصوصی که در طرفین محفظه کار گذاشته شده است با گازهای حاصل از احتراق در محفظه اولیه مخلوط شده و همچنین اکسیژن لازم جهت تکمیل احتراق را نیز فراهم می نماید. خاکستر باقیمانده از احتراق زباله ها در قسمت انتهایی کوره بصورت دستی به بیرون از کوره هدایت می شوند.

سوخت کمکی در هنگام شروع بکار کوره و قبل از سوخت اندازی زباله به درون آن توسط مشعلهای اولیه به کوره پاشیده می شود و سبب رساندن دمای کوره به $1400^{\circ}F$ پس از آن مشعلهای ثانویه وظیفه رساندن دمای گازهای حاصل از احتراق زباله ها از دمای $1600^{\circ}F$ درجه فارنهایت را بر عهده دارند. لازم به یاد آوری است که همانطوری که در بخشهای قبلی توضیح داده شده بود، تعیین دمای گازهای خروجی بر اساس مقررات زیست محیطی بوده و بر اساس نوع زباله متفاوت می باشد.

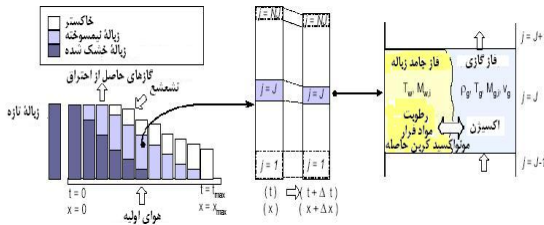
گازهای حاصل از احتراق پس از خروج از محفظه ثانویه وارد واحد بازیاب انرژی می شوند. برای بازیافت انرژی از



شکل (۳)-شمای کوره

۳-۲-۱- میدان جریان

میدان جریان شامل فاز جامد و گازی در شکل (۴) نشان داده شده است.



شکل (۴)-میدان جریان

۳-۲-۲- معادلات حاکم

معادلات اساسی حاکم بر احتراق زباله در کوره بصورت یک بعدی و گذرا شامل معادلات بقای جرم، ممتوم، انرژی و برخی معادلات دیگر در دو فاز زباله و گازهای احتراق بصورت ذیل می باشد:

- فاز زباله

$$\frac{\partial h_w}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{w,eff} \frac{\partial T_w}{\partial y} \right) + h_{eff}(T_g - T_w) + q_{rad} + q_{combustic}$$

$$\frac{\partial \rho m_i}{\partial t} = \dot{M}_{combustion, i}$$

- فاز گازی

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial \rho v}{\partial y} = \dot{M}_{combustion}$$

$$\frac{\partial h_g}{\partial t} + \frac{\partial v h_g}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left(k_{g,eff} \frac{\partial T_g}{\partial y} \right) + h(T_w - T_g) + q_{reaction}$$

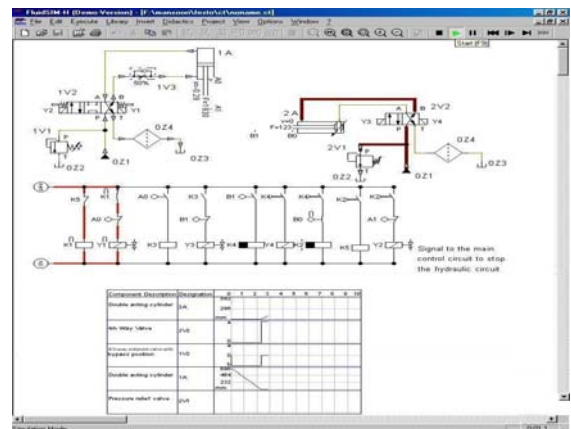
$$\frac{\partial \rho m_{g,j}}{\partial t} + \frac{\partial \rho v m_{g,j}}{\partial y} = \dot{M}_{reaction, j} + \dot{M}_{combustion, j}$$

$$\rho = \frac{P}{R \sum \frac{m_j}{M_j} T}$$

سیستم تغذیه اتوماتیک شامل دو مکانیزم مجزا برای باز و بسته کردن درب کوره و تغذیه زباله ها به درون کوره می باشد. کلیه حرکات توسط مکانیزم هیدرولیکی صورت گرفته و توسط کنترلر الکتریکی هدایت می گردد. با توجه به اینکه محیط اطراف دستگاه گرم بوده و اهمیت نداشتن آلودگی احتمالی ناشی از نشت روغن همانند صنایع غذایی و دارویی استفاده از محرک هیدرولیکی به محرک پنوماتیکی ارجحیت دارد. از طرف دیگر سیستم تحریک تغذیه کننده بدلیل توانایی جابجایی قطعات سنگین نظیر درب تغذیه و مخزن تغذیه کننده اتوماتیک، بایستی از سیستم هیدرولیک بهره بگیرد. مدار هیدرولیک سیستم تغذیه اتوماتیک زباله که با استفاده از نرم افزار FluidSim طراحی شده در شکل (۲) و همچنین مشخصات فنی اجزاء آن در جدول (۱) آورده شده است [۴].

۳-۲-۳- طراحی کوره

کوره زباله سوز بصورت شماتیک در شکل (۳) نشان داده شده است. این بخش شامل محاسبات احتراق کوره، طراحی ابعادی کوره، محاسبات انتقال حرارت کوره، طراحی و محاسبات نازل های هوای محفظه اولیه و ثانویه و تعیین ظرفیت و اندازه زباله می باشد. که بر اساس موازنه جرم و انرژی با توجه به اجزاء تشکیل دهنده زباله و ارزش حرارتی آن همچنین با استفاده از یک سری فرمولها و نمودارهای ریاضی و تجربی محاسبه و طراحی می گردد نتیجه طراحی در جدول (۱) نشان داده شده است [۲]



شکل (۲)-مدار هیدرولیکی سیستم تغذیه اتوماتیک

تانک حذف‌فصل و سپس به مبدل پمپ می‌گردد. در مسیر ورود و خروج سیال نشانگرهای دبی، درجه حرارت و فشار قرار داده می‌شود. در طی این تبادل حرارت، ۹۷۲۲۱ وات انرژی حرارتی بازیافت می‌شود. نتایج محاسبات مبدل حرارتی در جدول (۲) نشان داده شده است. [۵]

۴- طراحی تجهیزات کنترل آلودگی هوا

فرایند زباله‌سوزی، ضرورتاً آلاینده‌هایی را تولید می‌کند که بایستی از جریان گاز تولید شده قبل از تخلیه به محیط زدوده شوند. عمومی‌ترین آلاینده‌های منتشر شده از کوره که بایستی از جریان گاز حذف شود عبارتند از: ذرات جامد معلق، گازهای آلاینده.

گازهای آلاینده هوا که از اهمیت برخوردارند عبارتند از: اکسیدهای سولفور، اکسیدهای کربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربنها و گازهای اسیدی. بنابراین تجهیزات کنترل آلودگی هوا که در زباله‌سوز بکار می‌رود بایستی دارای ویژگیهای زیر باشد.

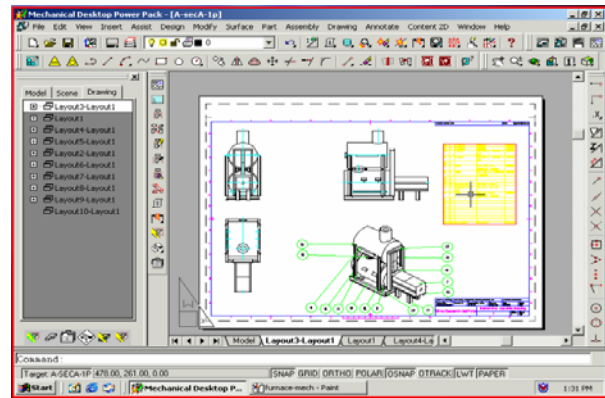
۱- قادر به جمع‌آوری گرد و غبار فرار که همراه گازهای حاصل از احتراق می‌شوند، باشد.

۲- تا حد امکان گازهای آلاینده حاصل از احتراق را بصورت شیمیایی تصفیه نماید.

فرایند کنترل آلودگی هوا برای زدودن ذرات جامد گرد و غبار با روشها و تکنیکهای مختلفی امکان‌پذیر است. از جمله این روشها می‌توان به محفظه‌های ته نشین گرانشی، جمع‌کننده‌های سانتریفوژ، شوینده‌های مرطوب، رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک و فیلترها اشاره کرد که هر یک از این تجهیزات برای کاربرد خاصی مناسب است.

فرایند کنترل آلودگی هوا برای تصفیه گازهای آلاینده نیز به کمک روشهای مختلفی انجام پذیر است از جمله این روشها عبارتند از: جذب سطحی، شستشوی مرطوب، شستشوی خشک و ... که انتخاب هر یک از این روشها نیز با توجه به نوع و مقدار گازهای آلاینده و دیگر عوامل فنی و اقتصادی امکان‌پذیر است.

نقشه‌های مجموعه تغذیه کننده و کوره پس از طراحی های هیدرولیکی و محاسبات احتراق و ابعادی کوره با نرم افزار Mechanical Desktop تهیه و در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵)- نقشه های کوره زباله سوز

۳- طراحی مبدل بازیاب

در تجهیزات بازیاب حرارت زباله‌سوزها، از جریان گازهای حاصله از فرایند زباله‌سوزی بعنوان انتقال دهنده حرارت به سیال درون مبدل حرارتی استفاده می‌شود. این گازها دارای مواد آلوده کننده غلیظ و چسبناکی هستند که بر بار مبدل تأثیر می‌گذارد. همچنین این گازها خاصیت اسیدی داشته و بخصوص در دماهای بالا سبب خوردگی شدید در لوله‌های مبدل می‌شوند به دلیل وجود ذرات معلق جامد در گازهای حاصل از احتراق لوله‌های مبدل در معرض سایش بیشتری قرار دارند و بدلیل جلوگیری از چسبندگی بیشتر ذرات همراه با گاز، لوله‌های فین‌دار بکار برده نمی‌شود. به منظور بازیافت انرژی حاصل از احتراق زباله‌ها در مسیر خروج گازها از کوره بلافاصله یک مبدل حرارتی قرار داده می‌شود. به دلیل ساده سازیهای فنی و اقتصادی در این مبدل تغییر فاز نداشته و نیازی به تجهیزات پیچیده مربوطه نمی‌باشد. آب در دمای محیط از تانک تغذیه وارد مبدل می‌گردد. برای جلوگیری از تبخیر آب، فشار سیال ورودی توسط پمپی به بیش از ۳ بار افزایش داده می‌شود. آب در دمای تقریبی ۹۰ درجه سانتیگراد از مبدل خارج می‌شود و به یکدستگاه برج خنک کن تخلیه می‌گردد. آب گرم تولیدی پس از خنک شدن به

حرکت می کند کاهش غلظت ذرات معلق در گازهای خروجی بر اساس رابطه (۱) و به اندازه استاندارد می باشد که در حین حال مقداری از گازهای اسیدی و دیگر آلاینده ها نیز تصفیه می گردد.

$$\ln p = \ln \frac{c}{c_0} = -1.5 \cdot \frac{\eta_t}{D_D} \cdot \frac{Q_L}{Q_G} \cdot \frac{V_t}{(V_t - V_G)} \Delta z$$

در این رابطه:

C: غلظت گاز خروجی از اسکرابر، gr/m^3

C₀: غلظت گاز ورودی به اسکرابر، gr/m^3

η_t : راندمان جمع آوری ذرات توسط قطرات آب

D_D: قطر قطره، m

Q_L: دبی آب، m^3/hr

Q_G: دبی گاز، m^3/hr

V_t: سرعت حد ذرات،

V_G: سرعت گاز

Δz : طول اسکرابر

۴-۳- غبارگیر

در طی شستشوی گاز در اسکرابر، گازهای خروجی از آن حجم زیادی از آب مایع را به فرم قطرات ریز با خود حمل می نماید. این قطرات حاوی ذرات حل شده و حل نشده می باشند. مهار و برگشت آنها به مایع داخل اسکرابر یک عمل ضروری برای کاهش آلاینده ها از گاز خروجی از اسکرابر می باشد. این عمل بوسیله غبارگیرهایی که در قسمت فوقانی اسکرابر تعبیه شده صورت می گیرد
نتایج حاصل از محاسبات در جدول (۳) نشان داده شده است [۷۶]

۵- محاسبه بازده

برای محاسبه بازده مجموعه پایلوت زباله سوز، پارامترهای ترمودینامیکی در نقاط مختلف سیکل اندازه گیری شده و محاسبات مربوط به تعیین بازده بر اساس اطلاعات بدست آمده صورت گرفته است. همچنین بر اساس معادلات موازنه جرم و انرژی، مقدار راندمان بصورت تئوری نیز محاسبه

انتخاب تجهیزات کنترل آلودگی هوا برای کاربردها و ظرفیتهای گوناگون یکسان نبوده و به طور کلی با افزایش ظرفیت مقررات و محدودیت ها برای مقدار آلاینده ها بیشتر می شود. همچنین برای زباله های صنعتی و بیمارستانی موضوع حساس تر بوده و مستلزم مونیتورینگ دقیق گازهای خروجی می باشد. با توجه به این که زباله سوز مورد نظر دارای حداقل ظرفیت بوده و برای امحاء زباله های شهری تست می گردد، دارای محدودیت کمتری می باشد. همچنین با توجه به این که از فناوری کوره های مولد استفاده شده، دارای حداقل آلودگی می باشد. چرا که زباله ها در محفظه اولیه با هوای کمتر از استوکیومتری و به طور ملایم به صورت شبه پیرولیز محترق می گردد، بنابر این دارای حداقل انتشار ذرات می باشد.

اما جهت اطمینان بیشتر و جلوگیری از هر گونه آلاینده‌گی یک دستگاه اسکرابر تر از نوع برج پاشنده برای کاهش غلظت ذرات به حد مجاز و همچنین کاهش غلظت گازهای اسیدی و سایر آلاینده ها در نظر گرفته شده است. لازم به ذکر است که شوینده های تر نسبت به خشک دارای کارایی به مراتب بهتری می باشند. همچنین مشکلات ناشی از بهره برداری فیلترهای کیسه‌ای حذف می گردد [۶].

۴-۱- استاندارد آلاینده های خروجی از دودکش زباله سوزها

استاندارد های آلودگی هوا توسط زباله سوزها بر اساس ظرفیت و کاربرد متفاوت است. اما در سالهای اخیر مقررات زیست محیطی انتشار گازهای آلاینده سختگیرانه تر شده و زباله سوزها را ملزم ساخته اند تا غلظت ذرات منتشر شده را به 0.08 gr/ft^3 کاهش دهند [۳].

۴-۲- برج پاشنده

قطرات مایع از قسمت فوقانی اسکرابر از طریق یک سری اسپری ها که آنرا بصورت یکنواخت پخش می کنند. بر اساس نیروی جاذبه بطرف پائین حرکت می کنند. گاز از قسمت تحتانی اسکرابر وارد شده و بصورت یکنواخت بطرف بالا

سازی در مقیاس کوچک برای نیروگاههای زباله سوز شهری صورت می گیرد.

برای طراحی مجموعه تولید انرژی از زباله های شهری از نرم افزار Maple برای تحلیل حرارتی کوره ها، نرم افزار FluidSIM برای طراحی سیستم تغذیه اتوماتیک، روابط ترمودینامیکی و تجربی برای تعیین ابعاد کوره و نرم افزار Mechanical DeskTop برای تهیه نقشه های اجرایی مجموعه استفاده شده است.

۷-مراجع

- ۱- "بررسی فنی نیروگاههای زباله سوز و گزینش فناوری مناسب برای احداث در شهر تهران"، نشریه علمی برق، تابستان ۱۳۸۰.
۲. پژوهشگاه نیرو، "طراحی پایلوت نمونه زباله سوز و ارائه مشخصات فنی"، ۱۳۸۲.
3. Calvin R. Brunner, "Handbook of Incineration Systems", McGraw-Hill, 1991.
4. Festo & Art Systems, "FluidSIM[®] 3.5", Version 3.5f/1.002, 03/22/2002.
5. Ganaphthy, V., "Applied Heat Transfer", Pennwell Publishing Company, 1982.
۶. پژوهشگاه نیرو، "بررسی تجهیزات کنترل آلودگی هوا در نیروگاههای زباله سوز"، ۱۳۸۰.
7. De Nevers. Noel, "Air Pollution Control Engineering", McGraw-Hill, 1995.

گردیده است. مقادیر اندازه گیری شده و محاسبه شده برای بازده حرارتی پایلوت بترتیب ۴۲٫۳٪ و ۵۴٫۴٪ می باشد. اختلاف مقدار ارزش حرارتی زباله با مقدار متوسط تئوری ، اتلاف حرارتی و خطای دستگاههای اندازه گیری را می توان از عوامل مؤثر در بوجود آمدن این اختلاف بشمار آورد. لازم به توضیح است که راندمان حرارتی بویلرهای متداول در حدود ۶۰ تا ۷۵ درصد بوده که بیشتر از مقدار بدست آمده برای بویلر بازیاب زباله سوزی می باشد. بازده تولید انرژی الکتریکی در این زباله سوزها در گستره ۱۱ تا ۱۵ درصد متغیر می باشد که در مقایسه با سیستمهای متداول که بالاتر از ۲۰ درصد می باشند، پائین تر می باشد.

۶-نتایج

پایلوت تولید انرژی از زباله بظرفیت ۵۰ Kg/hr با مشخصات سیستم تغذیه اتوماتیک و کوره، مندرج در جدول (۱) ، مبدل بازیافت حرارت با مشخصات طراحی مندرج در جدول (۲)، اسکرابر تر و غبارگیر با مشخصات مندرج در جدول (۳) و فن ها با مشخصات مندرج در جدول (۴) محاسبه و طراحی گردیده است. همچنین نتیجه محاسبات جرمی و حرارتی سیکل زباله - گاز و سیکل آب پایلوت در شکل (۶) نشان داده شده است. طراحی گردیده است.

همانطوری که گفته شد زباله سوز از نوع مودلار با هوای کنترل شده بوده که دارای حداقل اتلاف انرژی می باشد. آلاینده های حاصل از احتراق زباله ها بدلیل احتراق زباله ها در دو مرحله - با هوای کمتر از استوکیومتریکی در محفظه اولیه و هوای اضافی در محفظه ثانویه - دارای حداقل مقدار می باشد.

هدف از ساخت این پایلوت، ساخت کوره های زباله سوز با ویژگیهای خاص خود برای احتراق زباله ها با بازده بالا، سوختن ایمن زباله ها و تعیین کارائی حرارتی مجموعه می باشد. با طراحی و ساخت این مجموعه دانش فنی و اجرایی ساخت واحدهای تولید انرژی از زائدات شهری، بیمارستانی و صنعتی بصورت عملی حاصل می گردد. همچنین شبیه

جدول (۱) - مشخصات اصلی کوره احتراق نیروگاه زباله سوز

داده ها و فرضیات				
سیستم انگلیسی		سیستم متریک		مشخصات
واحد	مقدار	واحد	مقدار	
lb/hr	110	Kg/hr	50	مقدار زباله ورودی
lb/hr	2315	Kj/kg	5380	ارزش حرارتی پایین زباله (LHV)
lb/hr	2797	Kj/kg	6500	ارزش حرارتی بالای زباله (HHV)
%	60	%	60	رطوبت زباله
°F	1600	°C	871	دمای محصولات احتراق
%	150	%	150	درصد هوای اضافی
			گازوئیل	نوع سوخت کمکی
---	0.8	---	0.8	نسبت هوای اولیه به هوای استوکیومتریک
---	---	---	دیواره کوره	نوع دیواره کوره
lb/hr	511	Kg/hr	232	کل هوای مصرفی برای احتراق زباله
Gal/hr(us)	2.3	Lit/Kg	8.72	مصرف سوخت کمکی در واحد زمان
Gal/kg(us)	0.046	Lit/kg	0.174	مصرف سوخت کمکی به ازای هر کیلوگرم زباله
lb/hr	912.46	Kg/hr	414.26	کل جریان جرمی گازهای خشک خروجی
lb/hr	139.2	Kg/hr	63.2	کل جریان جرمی رطوبت خروجی
lb/hr	1051.67	Kg/hr	477.46	کل جریان جرمی خروجی از کوره
lb/hr	10.52	Kg/hr	4.78	مقدار خاکستر خروجی از کوره
ft	2.62/ 2.8	m	0.8/0.85	قطر محفظه اولیه / ثانویه
ft	4.1/ 4.2	m	1.25/1.28	طول محفظه اولیه / ثانویه
°F	2181.7	°C	1194.2	دمای متوسط سطح بستر سوخت در محفظه اولیه
°F	2526.3	°C	1385.7	دمای متوسط سطح بستر سوخت در محفظه ثانویه
°F	2097.4	°C	1147.5	دمای متوسط دیواره ها در محفظه ثانویه
°F	1597.5	°C	870	دمای متوسط دیواره ها در محفظه اولیه
lb/hr	409	Kg/hr	185.6	جرم هوای ثانویه
in	3/4	mm	19.05	قطر روزنه های هوای اولیه
in	3/8	mm	9.525	قطر نازل های هوای ثانویه
in.wc	48	Kpa		افت فشار در نازل های هوای ثانویه
---	6/10	---	6/10	تعداد کل نازل های اولیه / ثانویه
in	3.5	mm	89	قطر لوله خروجی از فن دمشی
in	3/2.7	mm	76.2/68.6	قطر لوله های اصلی هوای محفظه اولیه/ثانویه
in	2/1.34	mm	50.8/34	قطر لوله های حامل نازل های محفظه اولیه/ثانویه
in	4	mm	100	ضخامت بازتابنده
in	1.6/1.1	mm	40.64/28	ضخامت پشم سنگ در محفظه اولیه/ثانویه
CK-25/18 0700- E10				جک (سیستم درب تغذیه کوره)
DKU-1-711				شیر (سیستم درب تغذیه کوره)
CK-25/12 0600-E30				جک (سیستم تغذیه زباله)
DHU-0-701/2				شیر (سیستم تغذیه زباله)
PFE-31016/11				پمپ روغن
ARE-06 Relief Valve				شیر پمپ روغن

جدول (۲) - مشخصات نهائی مبدل حرارتی

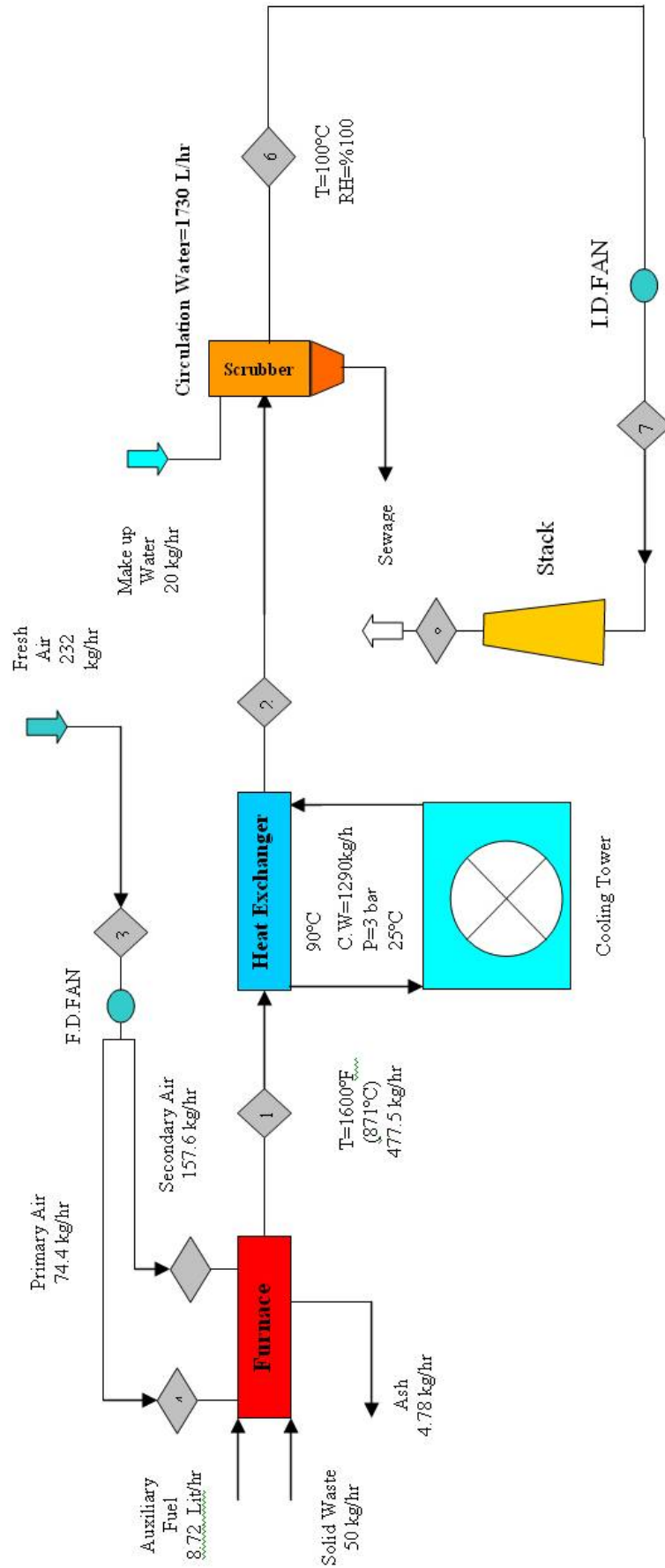
1	Project: Heat Exchanger for Incinerator		
2	Size & Type: 600 × 600 Water Tube		
3	Surface/Unit- Finned Tube:	Bare Tube	7.8 m ²
4	Heat exchanged :	97221 W	MTD, Eff 408.83 C
5	PERFORMANCE DATA- TUBE SIDE		
6	Fluid Circulated: water		In/Out
7	Total Fluid Entering: 0.3567 kg/s	Density, Liq	kg/m ³ 998.17/963.55
8	In/Out	Density, Vap	kg/m ³ /
9	Temperature C 25/90	Specific Heat, Liq	kJ/(kg.k) 4.192/4.198
10	Liquid kg/s 0.3567/0.3567	Specific Heat, Vap	kJ/(kg.k) /
11	Vapor kg/s /	Therm. Cond, Liq	W/(m.k) 0.6/0.665
12	Noncondesable /	Therm. Cond, Vap	W/(m.k) /
13	Steam /	Inlet Pressure (absolute)	3 bar
14	Viscosity, Liq mpa.s 0.897/0.323	Pres drop, Allow/Calc	0.7/ ???
15	Viscosity, Vap /	Fouling Resistance	0.0001 m ² .k/w
16	PERFORMANCE DATA- GAS SIDE		
17	Gas Quantity 0.125 kg/s	Viscosity	mPa.s 0.04/0.024
18	Temperature In 871/204.4 C	Density, Liq	kg/m ³ 0.46/1.11
19	Static Pressure 0.05 mmH ₂ O	Specfic Heat, Liq	kJ/(kg.k) 1.248/1.005
20	Pres drop, Allow/Calc ???/ ??? mmH ₂ O	Therm. Cond, Vap	W/(m.k) 0.07/0.032
21	Face Velocity 0.28 m/s	Bunble velocity	kg/s/m ²
22	DESIGN-MATERIALS-CONSTRUCTION		
23	Design Pressure 5 bar	Design Temperature 143.95 c	
24	TUBE BUNDLE	Header	Tube
25	Size 600	Type Plug	Material ST-321
26	Tube Rows 14	Material	Inner Diameter 26.7mm
27	Arranged vertical	Inlet Nozzle(1) 38 mm	Length 60cm
28	Bundle frame	Inlet Nozzle(1) 38 mm	

جدول (۳) - مشخصات اصلی تجهیزات کنترل آلودگی هوا

واحد	مقدار	مشخصات
	اسکرابر از نوع برج پاشنده به همراه غبارگیر	نوع تجهیزات کنترل آلودگی هوا
°C	204	دمای ورودی گازها به اسکرابر
°C	100	دمای خروجی گازها از اسکرابر
Gr/ft ³	20	غلظت ذرات جامد ورودی
Gr/ft ³	0.08	غلظت ذرات جامد خروجی
m	3	طول برج
-	2 Cross with each other	تعداد لوله های حاوی نازل های پاشنده
-	4	تعداد نازلها
mm	2	قطر نازلها
Kg/hr	1730	دبی آب گردش
Kg/hr	19.1	دبی آب جبرانی
cm	30	ضخامت لایه غبارگیر
%	78	راندمان واحد
Pa	398	افت فشار جریان در طی عبور از واحد

جدول (۴) - مشخصات اصلی فن های میکس احتراق نیروگاه زباله سبز

\dot{W} (kW)	Δp (Pa)	m (CFM)	m (kg/hr)	فن
1243	12092	121	232	F.D.Fan (Centrifugal)
484.8	1600	368	428.2	I.D.Fan (Centrifugal)



شکل (۱) - نتایج حاصل از طراحی مسیر زباله - گار نیروگاه زباله سبز

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه

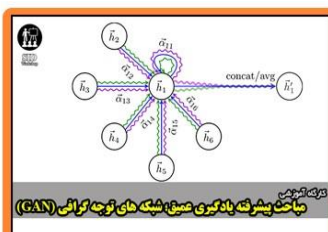


فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی