

پروژه احداث نیروگاه زیباله سوز

## پیشگفتار

با توجه به انباشته شدن زباله ها در شهرستان و مشکلات دفع آنها و از طرفی از بین بردن انرژی قابل استحصال از زباله ها که به نوعی می توان از آن به عنوان انرژی نو تعبیر کرد ، سبب شده است تا به فکر احداث نیروگاههایی باشیم که بتواند با استفاده از سوزاندن زباله ها انرژی حرارتی مورد نیاز بویلرهای نیروگاههای بخار در رنج های متوسط و نیز بخار مورد نیاز شرکت صنایع چوب کاغذ را تامین نماید با این عمل ضمن حل مشکل دفن زباله ها و عدم نیاز به land fill و زمینهای مربوطه و نیز حل مشکلات آلودگی محیطی از این معضل پدیده ای بسازیم که بتوان انرژی الکتریکی و گرمایشی پاک و بدون آلایندهی تولید نمائیم . در این طرح با بررسی این فرآیند ارائه راه حلی برای احداث نیروگاههای زباله سوز ارائه می شود.

## مقدمه :

در یک نگاه کلی مشکل محیط زیست مشکل انسان است . انسانی که آسمانها را به تسخیر در آورده و روز به روز نیز در صدد توسعه خود برفضا و زمان است در چنبره محیط زیست خود که خودش نیز عامل بوجود آورده شده بوده آنچنان گرفتار شده است که امروز نه تنها دولتها بلکه سازمانهای بین المللی ، مجامع دانشگاهی و علمی ، محافل هنری و ... بعنوان یک بخش جدی به این مهم پرداخته اند و مدام خطری را که حیات و زیست را بر کره فیروزه ای رنگ ، تهدید می کند گوشزد کرده و اقدامات اجرایی را نیز در تقلیل آلودگی ها و یا رفع آن بعمل می آورند چرا اینکه اگر لایه ازن در چندین کیلومتری ما در آسمان صدمه ببیند محصول بی توجهی ما در زمین است رسیدن به رفتاری که ناشی از فرهنگ ( نظافت را از ایمان دانستن ) می باشد برای ما که منادیان این فرهنگیم چندان سخت نیست .

موسسات معتبر بهداشتی عمومی ۲۲ بیماری انسانی را به مدیریت نامناسب مواد زاید جامد مرتبط می دانند همچنین ضرر های اکولوژیکی مشکل آلودگی هوا و آب نیز از مدیریت نامناسب مواد زاید جامد ناشی می گردد بنابراین چندی است که دفع اصولی و متعاقب آن بهره برداری از این انرژی از یاد رفته که به طلای کشف مشهور است مورد توجه بسیاری از مسئولین و کارشناسان رشته های مختلف از جمله کارشناسان انرژی های نو و برق قرار گرفته تا بتوانند از این انرژی سهل الوصول استفاده نمایند .

مسئله مهم اینست که یک سوم انرژی های مصرفی جهان تا سال ۲۰۵۰ از انرژی های تجدید پذیر خواهد بود ودر ایران نیز در برنامه چهارم دولت ، نصب MW 500 نیروگاههای انرژی نو پیش بینی شده که این مقدار ۵۰۰ میلیارد تومان اعتبار می خواهد و این در حالیست که دولت و بطور کل ( متقاضیان برق) از انرژی های نو تضمینهای بلندمدت می خواهند. همچنین برق نیروگاههای زباله سوز به قیمت تضمینی خریداری خواهد شد .

## فرآیند تولید الکتریسیته و ماشین آلات مورد نیاز :

بخار تولید شده برای چرخاندن توربین و ژنراتور استفاده می شود الکتریسیته تولیدی در جهت رفع نیازهای واحد نیروگاهی و نیز فرستادن آن به شبکه برق می باشد هنگامی که بخار از توربین عبور می کند ، به یک کندانسور می رود که در آن گرمای آن را به شبکه گرمایشی مجزایی می فرستند بعد از این قسمت آب را از طریق تانک هایی به نام تانک های آب تغذیه به بویلر پمپ می کنند . همچنین مقداری از بخار حاصله را در درون واحد برای گرمایش پروسه های دیگر به کار می برند آب تغذیه در فشار بالایی به درام بویلر پمپ می شود در طی راهی که این آب به سمت درام طی می کند ، از ۱۴۰ تا ۲۰۰ درجه پیش گرم می شود گازهای داغ خروجی حاصل ازسوزاندن زباله بخار رادرفشار ۴۰ بار گرما داده و بعد از عبور این بخار از یک سوپر هیتردمای آن Co ۴۰۰ خواهدبود فشارودمای بالا کارآیی بالایی به توربین میدهد . گازهای خروجی بعد از عمل گرمادهی وارد اولین مرحله پاک سازی یعنی حداکثر جداساز الکتروستاتیک میشوند بخار حاصل شده درمراحل پیشین ازیک (محفظه بخار ) steam chest عبورنموده وبعد به سمت توربین پیش می رود مقداری ازجریان بخارگذرنده ازروی steam chest به ۷ bar کاهش فشار می یابد که این کاهش فشار در ۷ و ۳/۵ بار را می توان مستقیماً با عبور از توربین نیز به دست آورد . این بخار برای احتیاجات داخلی برای عملکرد پمپ های گرمایش جذبی ، برای گرمایش مجدد گازهای خروجی از ۴۰ تا Co ۹۰ ، برای گرما دادن بیشتر به هوای اولیه و نیز به عنوان بخارمحرک (نیروی محرک) برای سیستم SNCR مورد استفاده می شود . بخار باقی مانده از کندانسور توربین عبور نموده تا گرمای آن گرفته شود . اگر قرار بر تولید الکتریسیته نباشد ، تمام بخار

مستقیماً برای تولید گرما به کندانسور فرستاده می شود . در این واحد نیروگاهی یک توربین دیگر موجود می باشد که به بویلر ۱ که دارای دما و فشار کمتری است وصل بوده و اگر این بویلر در خط در حال کار نباشد ، با کاهش فشار بویلر دیگر از ۴۰ بار به ۲۰ بار می توان با این توربین برق تولید نمود . در مواردی که در کار واحد توقفی بوده و یا توربین به تعمیر احتیاج پیدا کرده باشد بخار را می توان مستقیماً به یک کندانسور dump فرستاد که در آن بتوان از انرژی گرمایی بخار استفاده نمود . در کندانسور ، مبدل حرارتی توسط واحد آب گرم کننده مجزای ورودی بخار را تقطیر می کند آب به دست آمده در این قسمت بعد از گذشتن از پیش گرم کن و جمع آوری در یک condensate chest به مخزن آب تغذیه پمپ شده و از آنجا به بویلر باز گردانده می شود . تانک های مذکور با استفاده از فشار تنظیم شده ۷ باری بخار کار می کنند در صورت نیاز آب با این بخش اضافه خواهد شد البته این آب قبل از اضافه شدن در مورد نداشتن هیچگونه املاح نمکی مورد آزمایش قرار می گیرد . ماکزیمم مقدار تولید الکتریسیته ۲۶ MW می باشد که ۶ MW آن صرف نیازهای داخلی واحد می شود و بقیه الکتریسیته به شبکه برق فرستاده می شود حاصل کلی الکتریسیته مورد نیاز ۲۰,۰۰۰ آپارتمان یعنی ۱۸۰,۰۰۰ MWH در سال پاسخ می دهد .

### پاک سازی آلودگی و تبدیل انرژی :

در حدود ۹۹ درصد ذرات موجود در گاز خروجی در جداسازی الکترواستاتیک ، جداسازی می شوند و باقی ذرات توسط آب جدا می شوند . همزمان با این پروسه گرمای موجود در گاز خروجی برای استفاده در شبکه مجزای گرمایی گرفته می شود . پاک سازی گازهای خروجی تا ۲۵ درصدافزایش میدهد . اعمال گرمایش مجدد درموردگاز خروجی ما در موردعدم تشکیل قطرات آب ازطریق میعان درموقع خروج این گاز ازدودکش مطمئن میسازد .

### جدا ساز ( Precipitator ) :

جداساز الکترواستاتیک اولین پله پروسه پاک سازی گاز خروجی می باشد در این قسمت حدود ۹۹ درصد ذرات ( خاکستر معلق ) موجود در گاز خروجی از گاز خروجی جدا می شود . بعد از این مرحله ذرات جدا شده با sludge حاصل از مرحله پاک سازی با آب مخلوط شده تا محصول رسوبی پایداری ( stable ) بدست آید .

### : Economizer

در قسمت economizer گرمای گاز خروجی به شبکه مجزای گرمایی منتقل می شود که در عین حال دمای گاز خروجی را پایین می آورد . مرحله مذکور برای مقدمه سازی برای مراحل بعدی برای پاک سازی گاز خروجی مهم می باشد .

## راکتور پاک سازی :

مرحله اولیه پاک سازی گاز خروجی در یک راکتور انجام می شود . برای این مرحله ابتدا در یک پیش سردکن با اسپری آب گاز را تا دمای ۶۰ درجه خنک می کنند این راکتور دارای ماده filler میباشد در بالای راکتور یک جداساز قطره میباشد که بصورت یک توری fine meshed بوده که قطرات آب را می گیرد . ذرات ریز غبار ، اسید هیدروفلوریک جیوه و دیگر فلزات سنگین در آب حل نمی شوند که به شدت اسیدی می شوند .

## راکتور چگالش :

بیش از ۶۰ درصد رطوبت موجود در گاز خروجی در راکتور چگالش بر اثر سرد شدن به آب مایع کنده می شود . در این حالت ، سیستم پاک سازی تر گاز خروجی تنها با آب کار می کند و به صورتی است که آب در راکتور مورد نظر و نیز یک مبدل حرارتی گردش می نماید . از این طریق گرمای حاصله از طریق سیستم سرمایش موجود و پمپ های حرارتی به شبکه گرمایش منتقل می شود به منظور ایجاد تماس بهتر و بیشتر گاز خروجی و آب و نیز انتقال حرارت بهتر راکتور مورد نظر مجهز به Packing scrubber (پکیج تمیز کننده) می باشد قبل از این که گاز از راکتور خارج شود ، از یک سو جدا کننده های قطره می گذرند به صورتی که دورترین آنها قطره های بسیار کوچک را جدا می نمایند آب باقی مانده اضافی در راکتور شستشو و نیز در پیش سردکن به کار می روند که در این قسمت با PH حدود ۰/۵ - ۰/۱ بسیار اسیدی می باشند . این آب سپس به سیستم پاک سازی آب پمپ می شود .

## گرم کن مجدد :

بعد از مرحله راکتور چگالش ، گاز خروجی دارای دمای ۴۰ Co و رطوبت ۱۰ - ۷ درصد می باشد به منظور این که گاز خروجی در هنگام خروج آن به صورت قطرات آب چگالش نشود آن را به وسیله بخار آب تا ۹۰ درجه ( یعنی دمایی بالاتر از دمای نقطه شبنم ) در یک گرم کن مجدد گرما می دهند. یک فن با ایجاد افت فشار در کوره ، گازهای خروجی را به سمت دودکش می فرستند .

## فیلتر فابریک :

قدم بعدی در جهت پاک سازی هرچه بیشتر گازهای خروجی یک فیلتر فابریک می باشد که در کاهش خروجی سولفور و دیوکسین ها به کار می رود **Slaked lime** و خاکستر معلق حاصل از جداساز الکترواستاتیک به گازهای خروجی اضافه می گردند کربن موجود در خاکستر معلق دیوکسین ها را جذب می نماید و **Slaked lime** باعث کاهش سولفور می گردد تیوب های بزرگ پوشیده با پارچه که مخلوط مذکور را به خود می گیرند در فیلتر فابریک به کار می برند . آلودگی ها را نمی توان در آب اسیدی پروسه در سیستم تر پاک سازی گاز خروجی حل نمود . بعد از تنظیم مقدار **PH** ، آلودگی ها جمع آوری شده و به صورت واحدهای بزرگ تری در می آیند که به عمق تانک رفته و جمع آوری می شوند . بقیه آلودگی های باقی مانده در فیلتر شنی جدا می شوند .

## خنثی سازی و Sedimentation :

مقدار **PH** آب آلوده پروسه در دو مرحله تنظیم می گردد . در مرحله اول ، سنگ آهک **limestone** برای افزایش **PH** از ۰/۵ تا ۱/۵ به کار می رود . هنگامی که **limestone**(سنگ-آهک) با آب اسیدی واکنش می دهد **CO 2** تولید می شود . که جذب شده و خارج می گردد در مرحله دوم ، محلولی از **Slaked lime** یا محلول ۵٪ (سودسوز-آور) **caustic soda** به منظور افزایش **PH** به حدود ۰/۵ تا ۱۱ به کار برده می شود .

## : Ammonia stripper

آمونیاکی که در سوزاندن مورد استفاده قرار نرفته است ، در آب پروسه حل شده و سپس با عبور دادن بخار تحت خلا باز پس گرفته می شود با این کار آمونیاک به صورت گاز از آب جدا می شود . در مرحله انتهایی ، گرمای آمونیاک از آن گرفته می شود و بار دیگر به صورت مایع به درون بویلر پاشیده می شود . سپس با اضافه نمودن آب اسیدی حاصل از گاز خروجی خط ۱ یا اضافه نمودن محلول ۳۰ درصد اسید هیدرولیک مقدار **PH** یک واحد **Precipitating**(شیمیایی) یک سولفید ارگانیک را می توان اضافه نمود که می تواند آلودگی ها را

bind(مهار) کرده و ترکیبات سولفید که تقریباً غیر قابل حل شدن میباشند ایجاد نموده در صورت قطع Ammonia stripper میتوان اضافه سازی واحد Precipitating (شیمیایی) را در مرحله خنثا سازی و در PH 8/5 انجام داد .

## : Flocculation

در یک واحد Flocculation نوعی پلیمر برای bind آلودگی های جداسازی شده و تشکیل cluster (دسته های) بزرگ اضافه میگردد . مواد حاصله از این قسمت به کف تانک sedimentation (ته نشین) نشست نموده و بعد به یک سیلوی (لجن) sludge پمپ می گردند از این مرحله خاکستر پراکنده حاصله از جداساز الکترواستاتیک و نیز sludge با هم مخلوط می شوند تا محصول رسوبی پایداری تشکیل دهند و بعد به محل نگهداری زباله ( land Fill ) فرستاده شوند در این قسمت حجم محصول رسوبی حاصله از پروسه پاک سازی گاز خروجی ۲ درصد حجمی ( ۴ درصد وزنی ) مقدار زباله سوزانده شده می باشد . قسمت عمده ای از این مقدار ballast(شن وماسه) و محصولات واکنشی حاصل از وجود limestone می باشند که برای پروسه خنثا سازی اضافه شده بود .

## : فیلتر شنی :

آب مورد بحث موجود در پروسه در آخرین مرحله از پاک سازی خود وارد فیلتر شنی می شود که در این قسمت بعضی از (دسته های) cluster های ذرات موجود باقی مانده از مراحل قبل باید جداسازی گردند بعد از این مرحله فیلتر Back wash می گردد ( یعنی آب در جهت خلاف هوایی که به داخل دمیده می شود پمپ می گردد ) که این عمل در مقاطع زمانی مشخصی انجام میگردد که از این طریق آلودگی های موجود در بستر شنی از طریق تانک buffer(تنظیم مقدار معین) به مرحله دوم خنثی سازی برگردانده می شوند در طی عملیات back washing فیلترهای کلیه بخش ها بسته می باشد که به این صورت پروسه پاک سازی آب به صورتی متوالی انجام می شود . بعد از بخش فیلتر شنی ، آب خروجی به مانند آب آشامیدنی عاری از فلزات سنگین می باشد ولی در عوض دارای غلظت نمکی برابر ۰/۸ درصد می باشد . این آب از طریق لوله ای به طول ۵ کیلومتر به رودخانه ریخته می شود کیفیت این آب به طور مداوم چک می گردد .

## : شبکه مجزای گرمایشی :

شبکه آبی گرمایشی به بخش های مختلف واحد پمپ شده و گرمای مورد نیاز خود را از این واحدها دریافت می کند که گرمای دریافت شده ۲۵ درصد نیاز گرمایشی یعنی ۱۲۰۰۰۰ آپارتمان را تامین می کند . لازم به ذکر است که این شبکه یک شبکه بسته می باشد که با دمایی برابر ۸۵ تا ۱۲۰ Co به نیروگاه باز می گردد در کل این نیروگاه در کنار تولید MW ۲۶ انرژی الکتریکی MW ۱۴۶ گرما تولید می کند انرژی مذکور در ۵ پمپ گرمایشی موازی و از طریق سیستم های میانی از راکتورهای چگالشی و منابع دیگر گرما نظیر Ammonia stripper و سردکن روغن توربین به آب پروسه منتقل می شود در قسمت صرفه جو (Economizer) واحد آب سردکن انرژی گرمایی گاز خروجی را از طریق یک مبدل حرارتی می گیرد .

در این قسمت می توان ۹ MW انرژی به دست آورد . بخار خارج شده از توربین در کندانسور توربین و توسط آب پروسه گرمایش سرد شده و به دمای ۸۰ تا ۱۲۰ Co تنزل دما می یابد . توربین موجود در واحد یک توربین ۲۰ bar بوده و علاوه بر کندانسور توربین دارای کندانسور dump می باشد . مجموعاً ۷۴ MW انرژی حرارتی در طی پروسه تولید الکتریسیته به شبکه مجزای گرمایشی داده می شود . در زمان عملکرد تنهای کندانسور می توان بخار را مستقیماً در کندانسور توربین یا کندانسور dump برای تولید ۱۷۰ MW انرژی حرارتی به کار برد و در صورتی که گرمای تولیدی بیشتر از حد باشد که شبکه توان هندل آن را داشته باشد . از طریق برج خنک کن یا استفاده از سرمایه میانی می توان گرما را کاهش داد .

### پمپ های گرمایشی :

یک پمپ گرمایشی شامل دو جریان ورودی سیال می باشد . یکی از این دو جریان ورودی ، آب / بخار می باشد که از یک اواپراتور ، یک جاذب ، یک ژنراتور ، یک کندانسور عبور می کند . جریان ورودی دیگر محلول نمک لیتیوم بروماید می باشد که بین یک جاذب و یک ژنراتور پمپ می شود آب سردکن که به طور مثال گرما را از کندانسور های راکتور می گیرد ، از اواپراتور عبور می کند از آنجا که اواپراتور خلاء کامل موجود می باشد ، آب موجود در آن با انرژی گرمایی که از آب سردکن می گیرد شروع به جوشیدن می نماید . در قسمت جاذب ، بخار توسط محلول غلیظ شده نمکی که دارای نقطه جوش بالاتری می باشد جذب می گردد و گرما را به آب گرمایشی می فرستد .

محلول *diluted* کنونی بعد از این قسمت به ژنراتور پمپ می گردد محلول نمکی (*diluted*) حاصله توسط بخار فشار ایین گرما داده می شود که باعث می گردد آب درون محلول جوشیده و به بخار تبدیل گردد و این بخار به کندانسور فرستاده می شود . محلول لیتیوم بروماید حاصله که مجدداً غلیظ شده به جاذب باز گردانده می شود بخار حاصله در کندانسور تبدیل به آب می گردد و گرمای حاصله به شبکه گرمایشی فرستاده می شود . مجموعاً این کار باعث می گردد دما در شبکه گرمایشی از ۵۰ تا ۷۰ Co افزایش یابد . در انتها ، آب به اواپراتور فرستاده می شود و پروسه مجدداً تکرار می گردد . برای افزایش کارایی پروسه ، انرژی حاصله از محلول نمکی غلیظ و داغ از طریق یک مبدل حرارتی به محلول نمکی (*diluted*) خنک انتقال می یابد