Archive of SID

بررسی روش‌های مدیریت و تصفیه پساب صنعتی در پالایشگاه گاز سرخون

علی قبادی [۱]، ابراهیم ترک زاده [۲]، رضا نوری زاده [۳] ، سیف اله بازرگانی [۴]

چکیده

مدیریت پساب های صنعتی ناشی از فرآیند پالایش گاز طبیعی، یکی از مهمترین پروژه های زیست محیطی صنعت گاز کشور در بخش پالایش می باشد که همواره توجه جدی به این مقوله در راس برنامه های متولیان صنعت گاز کشور بوده است. به دلیل وجود انواع مواد و ناخالصی های موجود در پساب های صنعتی، تخلیه مستقیم آنها به منابع پذیرنده ای مانند آبهای سطحی، چاهها و زمین های کشاورزی باعث آلوده سازی مضاعف آنها و به خطر افتادن سلامت موجوداتی است که در مجاورت آنها زیست می کنند. لذا هدف اصلی از تصفیه پساب ها ی صنعتی، حفاظت از محیط زیست در مقابل مواد سمی و خطرناک همراه با پساب های صنعتی می باشد. هدف از این نوشتار بررسی راهکارها و فعالیت های انجام شده در زمینه تصفیه و مدیریت پساب صنعتی در پالایشگاه گاز سرخون می باشد. استفاده از بافل در مخازن جمع آوری پساب، استفاده از تفکیک کننده CPI برای جداسازی ذرات روغن از پساب، بازسازی و بهسازی حوضچه های تبخیر و استفاده از سیستم مه پاش؛ از جمله مهمترین فعالیت های انجام شده در پالایشگاه گاز سرخون در زمینه تصفیه و مدیریت پساب های صنعتی می باشد.

واژه های کلیدی: پساب صنعتی، جداسازی، شناورسازی ثقلی ، حوضچه تبخیر، مه پاش

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم- معاونت مهندسی و توسعه ghbd_2@yahoo.com
رییس مهندسی عمومی و اجرای طرح ها- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم- معاونت مهندسی و توسعه torkzadeh@nigc-sqgc.ir
کارشناس ارشد فرآیند مایعات گازی- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم- معاونت مهندسی و توسعه nourizadeh@nigc-sqgc.ir
معاون مهندسی و توسعه- شرکت پالایش گاز سرخون و قشم- معاونت مهندسی و توسعه bazargani@nigc-sqgc.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

پالایشگاه گاز سرخون در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی بندرعباس واقع شده و تاکنون دو فاز آن تکمیل و راه‌اندازی شده است . این پالایشگاه دارای ظرفیت تولیدگاز طبیعی به میزان ۱۴/۴ میلیون مترمکعب، ۱۲۰۰۰ بشکه مایعات گازی و ۹۰ تن گاز مایع در روز تولید می باشد. گاز طبیعی مورد نیاز این تاسیسات از طریق ۱۵ حلقه چاه موجود در منطقه تامین می‌شود و انجام فرایند اصلی که در طراحی و تجهیز آنها از آخرین اطلاعات و فن‌آوری استفاده شده است توسط واحدهای شیرین سازی، نم زدایی، بازیافت گلایکول، تبرید با پروپان و واحد تثبیت میسر می‌گردد. در فرآیند موجود همانند تمامی صنایع گاز ونفتی پساب صنعتی به عنوان یکی از جریان های فرعی استحصال می شود که در این تاسیسات سرخون میزان پساب در حدود ۱۰۰ *m3/day* [۱] می باشد.

پساب صنعتی پالایشگاه سرخون، که بخش عمده‌ی آن آب است و حاوی مواد هیدروکربنی نیز می باشد، همراه گاز از چاه خارج شده و پس از جداسازی در واحدهای مختلف جهت تفکیک اولیه به واحد مشعل و پساب صنعتی(واحد ۸۴۰) در مخازن S-843/4 هدایت می شوند. بخش هایی که از آن ها پساب صنعتی جمع‌آوری می‌گردند عبارتند از:

۱- پساب خروجی از مخازن جداکننده سه فازی در واحد ۲۰۰
۲- پساب حاصل از شستشوی واحد های فرآیندی
۳- پساب خروجی از جوش آور های[1] احیای سیستم گلایکول واحد ۶۰۰
۴- پساب تولیدی در زمان تعمیرات
۵- پساب حاصل از فرآیند سیستم اسمز معکوس .

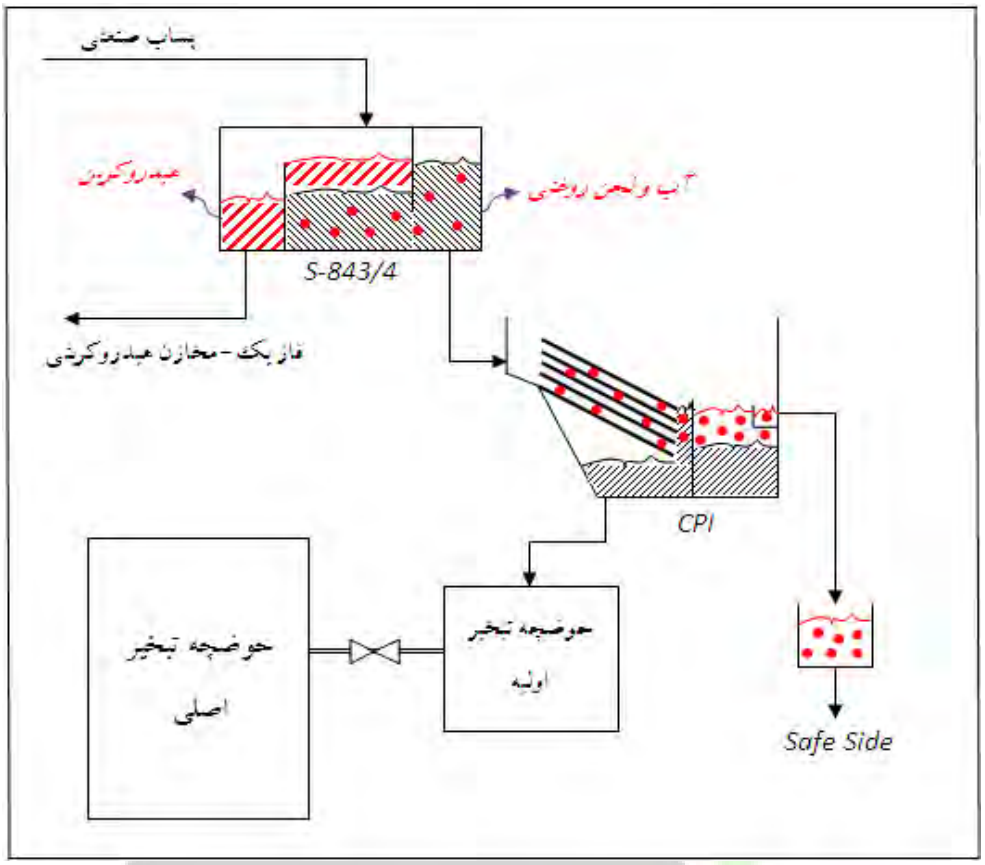
بهینه سازی S-843/4

مخازنS-843/4 ، به عنوان مخازن جمع آوری و ارسال پساب صنعتی مورد استفاده قرار می گیرند. با هدف افزایش راندمان و بهبود عملکرد مخازن مورد اشاره، استفاده از بافل برای جداسازی و بازیافت مایعات نفتی محلول در پساب صنعتی مورد بررسی قرار گرفت. در طرح بهسازی انجام شده، باتوجه به حجم مخازن و زمان مانند در حدود ۲۰ ساعت پساب در آنها، بر اساس اختلاف دانسیته و ابعاد بافل‌های ایجاد شده در این مخازن، پساب غیر نفتی از بخش زیرین یکی از بافل ها جدا شده و مواد نفتی جمع آوری می‌گردد. جداسازی در سطح نیز به صورت سرریز در بخش دیگری از مخزن صورت می‌پذیرد. نهایتاً مواد هیدروکربونی بازیافت شده به عنوان محصولات ارزشمند، به مخازن ذخیره مایعات گازی[2] انتقال داده شده و مواد آبی هم به سیستم جداسازی نهایی لجن مواد نفتی از پساب آبی یا CPI[3] هدایت می شوند . لازم به ذکر است با اجرای این طرح سالیانه در حدود ۱۰۰ تن مایعات ارزشمند گازی بازیافت می گردند که آلودگی پساب صنعتی پالایشگاه به مواد هیدرو کربنی نیز بطور چشمگیری کاهش یافته است. در شکل(۱) شماتیک فرآیند دفع پساب صنعتی و جداسازی مایعات در مخازن S-843/4 نشان داده شده است.

1 Reboilers
2 NGL
3 Corrugated Plate Interceptor

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱: شماتیک کلی فرآیند دفع پساب صنعتی پالایشگاه

استفاده از جداکننده CPI

شناورسازی عملیاتی است که برای جداسازی ذرات جامد یا مایع از یک فاز مایع بکار می رود. مواد قابل شناوری(بطور عمده روغنهای امولسیونی و مواد آلی) معمولاً در طراحی تجهیزات تصفیه مقدماتی در صنعت نسبت به مواد قابل ته نشینی از اهمیت بیشتری برخوردارند. به این منظور در بیشتر پالایشگاهها، واحدهای شیمیایی و سایر کارگاههای صنعتی از تجهیزات جداسازی آب روغن، بجای تانکهای ته نشینی اولیه استفاده می شود. مزیت اصلی شناورسازی بر ته نشینی این است که با این روش، ذراتی را که بسیار کوچک و یا سبک هستند و به آرامی ته نشین می شوند، می توان بطور کاملتر و در زمان کوتاهتری حذف کرد. به محض شناور شدن ذرات در سطح، می توان آنها را از طریق کف روبی جمع آوری کرد.

جدا کننده های ثقلی معمولاً برای زدودن و حذف روغن، گریس و نفت بصورت آزاد و غیرامولسیون بکار می روند. از نظر تئوری فرآیند جداسازی در جدا کننده های ثقلی بوسیله قانون استوکس در غیاب جریان توربولانسی و جریانهای گردشی پیش بینی می شود. بنابراین در عمل، بازدهی جدا کننده ثقلی بستگی به طراحی دقیق هیدرولیک جدا کننده و زمان ماند پساب دارد. جدا کننده های ثقلی عمدتاً به دو دسته زیر تقسیم می شوند [۲] :

- CPI (Corrugated Plate Interceptors)
- API (American Petroleum Institute)

جداکننده CPI شامل مخزنی است که با برقراری زمان ماند مناسب امکان جداسازی ذرات روغن از آب را فراهم می‌کند به منظور افزایش احتمالی برخورد قطرات روغن به یکدیگر و تامین سطح لازم، جداکننده شامل چندین صفحه موازی

www.SID.ir

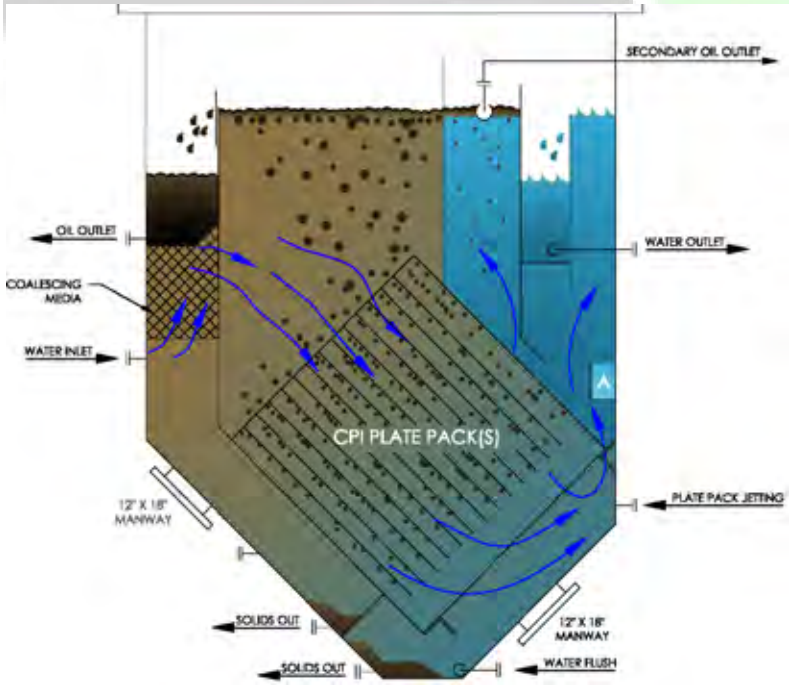
Archive of SID

می باشد که با فواصل کمی در کنار یکدیگر نصب شده‌اند. این تفکیک کننده ها فقط نیاز به ۱۵ تا ۲۰ درصد از فضای مورد نیاز یک جدا کننده API داشته و بطور چشمگیری هزینه ساخت و نگهداری را کاهش می‌دهند . واحدهای CPI از مجموعه‌ای از صفحات موجدار تشکیل می‌شوند که با زاویه ۴۵ تا ۶۰ درجه در داخل مخزن قرار گرفته‌اند. ملاحظه شده است که اگر صفحات با زاویه ۶۰ درجه قرار بگیرند، ذرات جامد به سهولت از روی صفحات به سمت پایین لیز خورده و در کف مخزن جمع‌آوری می‌شوند.

از مهمترین مزایای یک جدا کننده CPI نسبت به جدا کننده API می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- بالا بردن راندمان جداسازی مواد روغنی و لجن از پساب.
- ایجاد جریان آرام (Laminar) بین صفحات.
- کاهش قابل توجه فاصله و مسافتی که ذرات روغن باید طی کنند تا به سطح برسند. (حداکثر یک اینچ)
- تحت تأثیر قرار نگرفتن توزیع جریان در داخل جدا کننده بوسیله وزش باد.
- تخلیه آسان لجن و مواد ته نشینی شده در جدا کننده
- کاهش چشمگیر هزینه ساخت جدا کننده بخصوص در مواردی که نیاز به مواد مقاوم در برابر اسید باشد.
- این واحدها به آسانی قابل محافظت بوده و هیچگونه قطعه متحرک واقع در زیرآب و قابل تعمیر نیاز ندارند.

در فرآیند تصفیه پساب صنعی در پالایشگاه سرخون، پساب صنعتی پس از عبور از مخازن S-843/4 ، وارد تفکیک کننده CPI می شود. در این تفکیک کننده، مواد روغنی سنگین پس از جداسازی از پساب طبق ضوابط زیست محیطی جمع‌آوری شده و پساب خروجی از CPI به حوضچه تبخیر هدایت می‌گردد. این پساب ابتدا وارد حوضچه‌ی کوچک(اولیه) شده و سپس وارد حوضچه ی تبخیر بزرگ(اصلی) می‌شود. شکل (۲) طرح کلی از یک تفکیک کننده CPI را به نمایش می‌گذارد.



شکل ۲: شماتیک یک تفکیک کننده **CPI**

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده از حوضچه تبخیر

باتوجه به آزمایشات کمی و کیفی انجام شده از خصوصیات پساب پالایشگاه گاز سرخون می توان به فاضلاب حاوی TDS[4] بالا اشاره نمود. حذف املاح محلول از پساب یکی از پر هزینه ترین روش های تصفیه پساب است . چنانچه TDS بالا در اثر فلزات سنگین و یا یونهای عامل سختی باشد، با روش ترکیب شیمیایی امکان کاهش آن وجود دارد ولی چنانچه عامل آن برای مثال یونهای سدیم و یا سولفات باشد(که در واقع قابل ته‌نشینی نیستند)، می‌بایست روشهای دیگری اختیار گردد. فرآیند های اصلی جهت این کاهش عبارتند از الکترودیالیز ، اسمز معکوس ، تبادل یونی و تبخیر. روش های تبادل یونی و الکترودیالیز عموماً برای TDS تا حدود ۵۰۰۰ میلی گرم در لیتر استفاده می شوند در حالی که روش های اسمز معکوس و تبخیر برای غلظت های تا ۵۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر کاربردی هستند و حوضچه های تبخیر جهت پساب هایی که TDS آنها خیلی بالا می باشد (بیشتر از ۵۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر)استفاده می شوند.

حوضچه های تبخیر کم هزینه ترین روش در مناطقی است که میزان تبخیر بالا و زمین ارزان می باشد و به علت عدم پیچیدگی در ساخت و بهره برداری و نگهداری استفاده از آن‌ها بسیار متداول است ولی می بایست به منظور جلوگیری از آلودگی آبهای زیر زمینی، کف و کناره‌های آن توسط مواد پلیمری پوشیده شود. اندازه حوضچه‌های تبخیر بستگی به دو عامل سطح و عمق دارد. میزان تبخیر مشخص کننده سطح و عمق بر پایه میزان ذخیره پساب،ذخیره موادمعلق، تحمل تغییرات ناگهانی و Freeboard جهت آب باران و حرکات امواج در حوضچه است. ورودی های به حوضچه تبخیر شامل پساب صنعتی، پسابهای زمان تعمیرات و آب باران است و خروجی از سیستم فقط تبخیر می باشد، زیر این حوضچه ها نبایستی خروجی داشته باشند و در طراحی این اصول رعایت می‌گردد. عمق حوضچه معمولاً ۲۵ الی ۴۵ سانتی متر در نظر گرفته می شود که این عمق در واقع عمق بهینه جهت حداکثر تبخیر می باشدو طوری بایستی طراحی صورت گیرد که حداقل یک ماه در سال برکه خشک شود. میزان تبخیر با توجه به عوامل زیر می‌تواندافزایش یابد :

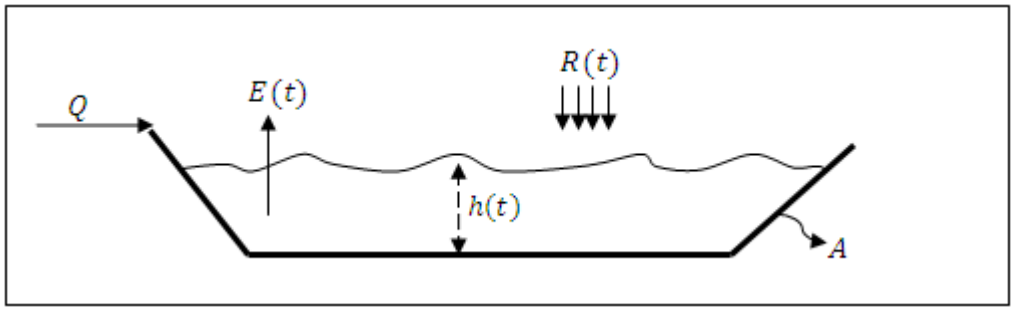
۱- با افزایش درجه حرارت آب
۲- با افزایش سطح تماس بیشتر آب توسط اسپری کردن آب در اتمسفر
۳- با افزایش اختلاف فشار جزئی بین سطح و اتمسفر
۴- با کاهش کشش سطحی ویا باندهای بین مولکولهای آب
۵- افزایش سطح در تماس بااتمسفر
۶- افزایش سرعت باد
۷- ایجاد اختلاط در حوضچه

از آنجائیکه میزان کل املاح محلول موجود در پساب نهایی پالایشگاه گاز سرخون با توجه به بررسی‌های کیفی انجام شده در محدوده ۷۹۰۰۰-۵۷۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد، روش های متعارف حذف این املاح استفاده از سیستمهای اسمز معکوس، الکترودیالیز، الکترودیامترمعکوس و یا سیستمهای تبخیری است و از آنجایی که هزینه سرمایه گذاری و راهبری این سیستمها جهت انجام عمل تصفیه فاضلاب بسیار بالا است؛ لذا بهترین راه حل استفاده از حوضچه های تبخیر جهت جمع آوری و تبخیر فاضلاب می باشد که قبل از ورود فاضلاب به این حوضچه ضروری است که مواد نفتی تا حد امکان حذف گردد. شکل(۳) فرآیند ذکر شده در حوضچه تبخیر را به صورت شماتیک نشان می‌دهد. همچنین رابطه (۱) بیانگر موازنه جرمی است که در مورد حوضچه تبخیر استفاده می‌شود.

[4] Total Dissolved Salts

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳: شماتیک فرآیندی حوضچه تبخیر

موازنه جرم برای حجم کنترل حوضچه تبخیر را به صورت زیر می‌توان بیان نمود:

تجمع = نزولات جوی + میزان تبخیر – خروجی - ورودی

با توجه به پارامترهای معین شده در شکل۳ و جایگذاری در رابطه بالا، رابطه ۱ حاصل می‌گردد:

$$Q + R(t) - E(t) = A.h(t) \qquad (۱)$$

که در آن :

Q : شدت جریان پساب ورودی به حوضچه بر حسب

$R(t)$: نرخ حجمی بارندگی و یا نزولات جوی بر حسب

$E(t)$: نرخ حجمی تبخیر صورت گرفته از حوضچه بر حسب

A : سطح حوضچه تبخیر بر حسب

$h(t)$: میزان عمق حوضچه تبخیر در طول زمان بر حسب

حال با توجه به رابطه (۱) می‌توان میزان ماندگی پساب در حوضچه تبخیر را محاسبه نمود.

طرح توسعه و بهسازی حوضچه تبخیر پالایشگاه سرخون

حوضچه تبخیر سرخون توسط واحد میکروبیولوژی و پساب پژوهشکده صنعت نفت طراحی گردید و در قالب بخش از پروژه‌ی کارهای تکمیلی پالایشگاه سرخون، توسط شرکت‌های پیمانکاری احداث شد. لذا در طراحی انجام شده توسط پژوهشگاه صنعت نفت که باتوجه به میزان پساب صنعتی واقعی پالایشگاه و در نظر داشتن ملاحظات طراحی صورت گرفت، حوضچه ی تبخیری با مساحتی در حدود ۱۸۰۰۰مترمربع و عمق ۲ متر برای حجم روزانه ۱۰۰ متر مکعب پساب منظور شد. در این طرح پساب خروجی از CPI ابتدا وارد حوضچه ی کوچک شده وحدوداً پس از ده روز توقف در حوضچه ی کوچک با عبور از کانال بتنی ارتباط دهنده ی دو حوضچه ، وارد حوضچه ی تبخیر بزرگ می شود .

به دلیل اتصال نامناسب لایه ی ژئوممبرین حوضچه ی بزرگ به دیواره ی کانال بتنی بین حوضچه ها ، آب به زیر لایه ی مذکور راه یافته و در اثر تشعشع خورشید و تبخیر آب زیر لایه ، موجب تورم لایه در نقاط گردید . در تصویر شکل(۴) بخشی از تورم لایه ی ژئوممبرین قابل مشاهده است. به منظور رفع اشکالات حوضچه ی تبخیر احداث شده و بهینه کردن شرایط فعلی و حصول اطمینان از عملکرد آن ، پروژه اصلاح و بازسازی حوضچه ی تبخیر در دو فاز تعریف گردید که در بخش اول پروژه، حوضچه با سطح تبخیری در حدود ۱۱۰۰۰ متر مربع اجرا گردید و در اوایل سال ۱۳۹۰ مورد بهره برداری واقع شد. با توجه به میزان پساب خروجی پالایشگاه سرخون و عدم سطح کافی تبخیر، افزایش سطح در حوضچه جزء بدیهیات بوده و لذا اجرای فاز تکمیلی پروژه جهت افزایش میزان سطح تبخیر به میزان ۹۰۰۰ مترمربع

www.SID.ir

Archive of SID

در دستور کار قرار گرفت. فاز دوم این پروژه در حال اجرا می باشد. باتوجه به اهمیت کارکرد صحیح و افزایش ضریب اطمینان حوضچه های تبخیر، ۲ طرح زیر توسط کارشناسان معاونت مهندسی و توسعه پالایشگاه سرخون در پروژه اصلاح و بازسازی حوضچه های تبخیر به پژوهشکده پیشنهاد و پس از تایید در هر دو فاز اجرا گردید. این۲ پیشنهاد عبارتند از:

۱- **ایجاد سیستم زهکش در کف حوضچه تبخیر و هدایت آن به sump بتنی:**

به منظور جلوگیری از انباشتگی، نفوذ و جمع آوری آبهای سطحی در محوطه کف حوضچه تبخیر، سیستم زهکشی در کف حوضچه ایجاد گردید. لازم به ذکر است شیب بندی سیستم زهکش می بایست بگونه ای است که آب موجود در کانال به راحتی به پایین دست انتقال می یابد و در سمپ بتنی جمع آوری می گردد. پس از ایجاد سیستم زهکش، کف و کناره‌های حوضچه های تبخیر توسط لایه های نفوذ ناپذیر ژئوممبرین(مواد پلیمری) پوشیده شد.

۲- **اجرای مسیرهای تخلیه هوا (vent)در کف و بدنه دیواره های حوضچه ی تبخیر با استفاده از لوله PVC:**

جهت تخلیه هوا و بخارات تجمعی احتمالی در زیر لایه های ژئوممبرین، مسیرهای تخلیه(vent) در کف و بدنه دیواره های اطراف حوضچه ایجاد گردد. برای این منظور لازم است ضمن تهیه لوله PVC 110mm و اتصالات آن، اقدام به خاکبرداری در بدنه داخلی دیواره ها گردیده ، سپس لوله ها در این مسیرها قرار داده شدند بگونه ای که انتهای آن در داخل بلوک کف زهکش های فرعی قرار گرفته و ابتدای آن بر روی تاج دیواره های اطراف قرار گرفتند. شکل (۵) نشان دهنده موقعیت خروجی سیستم ایجاد شده در فازاول حوضچه تبخیر است.

شکل۴: تورم لایه های ژئوممبرین در حوضچه تبخیر اولیه

شکل۵: چگونگی اجرا لوله های vent

افزایش سطح تبخیر توسط اسپری کردن آب در اتمسفر

در اواخر سال ۱۳۹۰ با داشتن بارندگی و نزولات جوی افزایش سطح و کاهش ظرفیت تبخیر سرعت گرفته و باتوجه به ضرورت‌های عملیاتی، معاونت مهندسی و توسعه پالایشگاه سرخون، استفاده از سایر روش های عملیاتی جهت دفع پساب صنعتی پالایشگاه را تا تکمیل فاز دوم پروژه حوضچه تبخیر در دستور کار خود قرار داد. همانگونه که قبلاً ذکر گردید، یکی از روش های معمول افزایش سطح تماس توسط اسپری کردن آب در اتمسفر می‌باشد. لذا سیستم مه پاش پساب صنعتی در تاریخ ۹۰/۱۲/۲۶ پس از ارائه طرح مهندسی پالایش، توسط واحد تعمیرات نصب گردید. در این سیستم با توجه به امکانات اولیه از یک لوله پلی اتیلن با سایز ۳ اینچ به عنوان هدر[5] استفاده گردید. باتوجه به ارتفاع جت پساب خروجی و ابعاد نازل ها؛ میزان دبی خروجی از هدر۳ اینچ، ۲۰ متر مکعب در ساعت محاسبه گردید. به منظور تعیین میزان تبخیر پساب پاشیده شده

[5] Header

www.SID.ir

Archive of SID

در هوا، ابتدا شرایط آب و هوایی (شامل دما، رطوبت و سرعت باد) منطقه برای ۱۰ ماه سال استخراج شد، سپس با استفاده از روش ارائه شده در مراجع [۴،۵،۳] و استفاده از منحنی های Sprinkler evaporation monograph ارائه شده در مرجع[۳] میزان تبخیر پساب صنعتی در سیستم مه پاش بطور متوسط ۵ درصد کسر حجمی پساب خروجی از نازل ها، معادل روزانه ۲۵ متر مکعب در روز محاسبه گردید.

به منظور بررسی میزان صحت و دقت محاسبات انجام شده، مکانیزم تبخیر پساب در سیستم مه پاش با استفاده از روش محاسباتی دینامیک سیالات به کمک نرم افزار Fluent مورد بررسی قرار گرفت[۶]. در شبیه‌سازی های انجام شده شرایط مختلف آب و هوایی شامل دما، رطوبت نسبی و سرعت باد محیط تبخیر منظور گردید و اثر انتقال جرم بین فاز مایع و فاز گاز نیز با استفاده از روابط تجربی به صورت تابع UDF در شبیه سازی محاسبه شد[۷]. نتایج شبیه سازی های انجام شده نشان دهنده حداکثر ۸ درصد میزان تبخیر پساب در سیستم مه‌پاش می باشد. لازم به ذکر است متوسط نرخ تبخیر در شبیه سازی‌ها در حدود ۶،۲ درصد به دست آمده است که این نتایج سازگاری خوبی با محاسبات انجام شده دارد. شکل (۶) و (۷) نشان دهنده طرح توسعه حوضچه تبخیر در پالایشگاه گاز سرخون و قشم و تجهیزات به کارگذاشته شده در حوضچه تبخیر به منظور اسپری کردن آب به هوا می‌باشند.

شکل ۶:طرح توسعه حوضچه تبخیر پالایشگاه

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۷: تجهیزات اسپری کردن آب به هوا در حوضچه تبخیر

گزارش عملکرد حوضچه تبخیر و سیستم مه پاش

با توجه به طرح مسئله افزایش سطح حوضچه تبخیر، با برگزاری جلسات متعدد و همفکری همکاران ذیربط اقداماتی مانند هدایت پساب خروجی از پالایشگاه به برن‌پیت[6] و به‌طور همزمان تزریق گاز جهت احتراق و افزایش حرارت درآن و همچنین طرح سیستم مه پاش صورت گرفت. در این راستا از تاریخ ۹۰/۱۲/۲۴ نسبت به داده برداری از سیستم موجود اقدام شد. در جدول شماره (۱) میزان پساب خروجی از پالایشگاه به سمت برن پیت و مازاد آن از طریق حوضچه بتونی به حوضچه تبخیر از تاریخ۹۰/۱۲/۲۴ لغایت ۹۱/۵/۳۱ قابل مشاهده است .

جدول ۱- میزان پساب خروجی از پالایشگاه

تاریخ	آب و مایعات ارسالی به برن پیت (M^3/D)	آب ارسالی از sump بتنی به حوضچه تبخیر (M^3/D)	میزان تغییرات ارتفاع آب در حوضچه تبخیر بزرگ (CM)	میانگین مقدار تبخیر در حوضچه در طول تاریخ ذکر شده
از ۲۴/۱۲/۹۰ لغایت ۳۱/۱/۹۱	۶۹/۷۳	۴۳/۱۴	از ۲۵۰ به ۲۴۰	۵۵/۱۷
از ۱/۲/۹۱ لغایت ۳۱/۲/۹۱	۸۶/۰۳	۶۲/۸۴	ثابت	۶۳/۳۷
از ۱/۳/۹۱ لغایت ۳۱/۳/۹۱	۹۱/۷۸	۴۹/۳۶	از ۲۴۰ به ۲۱۰	۸۰/۳۴
از ۱/۴/۹۱ لغایت ۳۱/۴/۹۱	۸۹/۲۲	۴۲/۱۴	از ۲۱۰ به ۲۰۲	۷۳/۲۶
از ۱/۵/۹۱ لغایت ۳۱/۵/۹۱	۹۳/۵۳	۴۲/۲۲	از ۲۰۲ به ۱۸۲	۷۲/۸۲

[6] Burn Pit

www.SID.ir

Archive of SID

همان گونه که در جدول(۱) مشخص شده است مقدار سطح اولیه با علامت گذاری از ۲۵۰ سانتی متر در تاریخ ۹۰/۱۲/۲۴ بـه ۱۸۲ سانتی متر در تاریخ ۹۱/۰۵/۳۱ با تمهیدات ذکر شده کـاهش یافتـه اسـت و در کـل در ایـن مـدت (۱۶۲ روز) بصـورت میانگین در حدود ۷۰ متر مکعب در روز کاهش سطح حاصل شده است.

در طرح اولیه سیستم مه پاش، با توجه به تجهیزات و لوله های پلیمری موجود این سیستم در کنار دیوار عرضی حوضچه با تعداد ۵۳ عدد نازل با ابعاد 3*5 mm جهت پاشش در کناره دیواره حوضچه تعبیه گردید که با توجه به شرایط و جهت باد عملاً در ساعاتی از شیفت صبحکاری(با توجه به پاشش آب به بیرون از حوضچه و نگرانی از تخریب دیواره) عملاً در سرویس گذاشتن پمپ میسر نبود، لذا مقررگردید هدر به داخل حوضچه منتقل شود. در طرح تکمیلی، تعداد نازلها به ۲۰۰ عدد با ابعاد 2*4 mm بروی هدر ۳ اینچی که در فاصله ۲۰ متری از دیواره عرضی در حوضچه قرار داشته؛ ساخته و شناور شد. با انجام این کار جهت تست عملیاتی و همچنین عملکرد میزان قدرت تبخیر واقعی حوضچه و سیستم مه پاش در تاریخ ۹۱/۰۵/۲۶ حوضچه تبخیر با بستن شیر رابط، از حوضچه اولیه ایزوله گردید و برای مدت پنج روز میزان تبخیر محاسبه شد، بطوریکه سطح حوضچه در قرائتی که در صبحکاری آن روز صورت گرفت، از ۱۸۳/۵ تاریخ ۹۱/۵/۳۰ به ۱۷۸ سانتی متر کاهش یافت .بنابراین باتوجه به ابعاد حوضچه بزرگ ، روزانه بطور متوسط ۵۵/۲ متر مکعب میزان تبخیر در حوضچه محاسبه شد. با توجه به آزمایش انجام شده و افزایش سطح پساب در حوضچه اولیه در تاریخ ۹۱/۰۵/۳۱، نسبت به باز کردن شیر ارتباطی دو حوضچه اقدام شد تا فرصتی برای تست دوم که شامل ایزوله کردن مجدد شیر و در سرویس گذاشتن پمپ و سیستم مه پاش است، ایجاد گردد. در تاریخ ۹۱/۰۶/۰۱ با شرایط ذکر شده (ایزوله کردن شیر و استارت پمپ) با قرائت سطح پساب در حوضچه به میزان ۱۸۲ سانتی متر، آزمایش دوم شروع شد که پس از ۴ روز سطح پساب به ۱۷۵/۵ سانتی متر رسید. لازم به ذکر است در این مدت میزان حجم تبخیر شده در حدود ۳۲۵ متر مکعب محاسبه شده که بطور متوسط میزان تبخیر ۸۱/۲ متر مکعب در روز بوده است. با در نظر گرفتن زمان در سرویس بودن پمپ ۲۲۶۵ دقیقه در مدت ۴ روز (معادل ۳۸ ساعت) ، می توان گفت به صورت میانگین کارکرد پمپ ۹/۵ ساعت در روز می باشد . بنابراین با تفاضل کاهش حجم میانگین این دو تست (۵۵/۲ – ۸۱/۲) اثر بخشی سیستم مه پاش در حدود ۲۶ متر مکعب در روز بوده است . جداول(۲) و (۳) نمایانگر محاسبات مذکور می‌باشند.

جدول ۲- میزان تبخیر صورت گرفته از حوضچه تبخیر در تست اثربخشی سیستم مه‌پاش

تاریخ	مقدار تبخیر در ۵ روز تست در شرایط ایزوله (ولو ورودی به حوضچه بسته) و در سرویس نبودن سیستم مه پاش		
	میزان تغییرات ارتفاع آب در حوضچه تبخیر بزرگ	میزان تبخیر در ۵روز تست	میانگین مقدار تبخیر در حوضچه در طول تاریخ ذکر شده
از ۲۶/۵/۹۱ لغایت ۳۰/۵/۹۱ (آزمایش اول)	از ۱۸۳/۵ به ۱۷۸	۲۷۵/۷۶ مترمکعب در ۵ روز	۵۵/۱۵۲ متر مکعب در روز
در ۳۱/۵/۹۱	هم سطح کردن حوضچه اولیه و حوضچه تبخیر		
از ۱/۶/۹۱ لغایت۵/۶/۹۱ (آزمایش دوم)	مقدار تبخیر در ۵ روز تست در شرایط ایزوله (ولو ورودی به حوضچه بسته) و در سرویس بودن سیستم مه پاش		
	از ۱۸۲ به ۱۷۵/۵	۳۲۵ مترمکعب در ۴ روز	۸۱/۲۵ متر مکعب در روز

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳ – میزان تاثیر استفاده از پمپ در تست اثربخشی سیستم مه‌پاش

مجموع ساعات در سرویس بودن پمپ در ۴ روز	میانگین ساعات در سرویس بودن پمپ در روزهای تست	اثر بخشی سیستم مه پاش بصورت میانگین در روز
۲۲۶۵ دقیقه	حدود ۳۸ ساعت در کل و حدود ۹/۵ ساعت میانگین روزانه	در حدود ۲۶ مترمکعب در روز

جدول(۴) نشان دهنده شرایط آب و هوایی محیط اطراف حوضچه تبخیر در روزهای انجام هر تست می باشند که در صورت نیاز به اطلاعات بیشتر در مورد شرایط صورت گرفتن تست سیستم مه‌پاش، می‌توان به آن‌ها مراجعه نمود.

جدول ۴ – شرایط آب و هوایی محیط اطراف حوضچه تبخیر طی انجام تست

شرایط آب و هوایی							
تاریخ	دما		میانگین دما	رطوبت		میانگین رطوبت	سرعت باد m/s
	ماکزیمم	مینیمم		ماکزیمم	مینیمم		
91/5/26	36	31	33.5	82	63	72.5	7
91/5/27	35.4	31	33.2	81	63	72	9
91/5/28	36.2	30.6	33.4	82	63	72.5	5
91/5/29	39.8	30.3	35.05	83	45	64	7
91/5/30	41.2	30.7	35.95	84	38	61	8
91/5/31	35.6	29	32.3	87	64	75.5	6
91/6/01	35.6	29.5	32.55	85	65	75	7
91/6/02	35.5	29.9	32.7	85	60	72.5	9
91/6/03	34.8	30.6	32.7	76	59	67.5	7
91/6/04	35	30	32.5	78	63	70.5	6
91/6/05	36.6	29.3	32.95	83	54	68.5	8

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همان گونه که طبق محاسبات قبلی مطرح شد، سیستم و طرح اولیه که شامل ۵۳ سوراخ ۵×۳ میلی- متری با فاصله تقریبی ۳۰ سانتی متر و پمپ موجود می باشد؛ توانایی تبخیر ۲۵ متر مکعب پساب در روز را می توانست داشته باشد. با عنایت به بهینه سازی طرح، آزمایش دوم دارای مشخصات زیر است:

الف - ۲۰۰ سوراخ ۴×۲ میلی متری با فاصله ۲۰ سانتی متر نسبت به هم.

ب- کارکرد کمتر از ۱۲ ساعت پمپ

ج- استقرار مه پاش در حوضچه

گفتنی است اطلاعات موجود نشان دهنده توان تبخیر به میزان ۲۶ متر مکعب در روز است. محاسبات سیستم اسپری کننده (مه پاش) که در ادامه آورده شده است، نتایج به دست آمده را تایید می کند:

- **اطلاعات به دست آمده از آزمایش دوم:**

www.SID.ir

Archive of SID

- اندازه نازل‌ها : 2*4 mm
- تعداد نازل‌ها : ۲۰۰
- میزان تبخیر در هر ساعت نسبت به دبی ورودی به حوضچه : ۰/۰۵

➢ **محاسبات صورت گرفته:**

- ق

طر معادل:

$$\frac{4P}{A} = 2.5\,mm$$
$$h = \frac{V^2}{2g} = 9.89\frac{m}{s}$$

- د

بی حجمی برای هر نازل:

$$Q = V.A = 0.0784 * 10^{-3}\frac{m^3}{s}$$

- د

بی حجمی کل:

$$Q_{total} = 0.0159\frac{m^3}{s} = 56.45\frac{m^3}{hr}$$

- م

یزان تبخیر روزانه:

$$Ev = 56.45 * 24\frac{hr}{day} * 0.05 = 68.6\frac{m^3}{day}$$

- م

یزان تبخیر در ۹/۵ ساعت[۵]:

$$Ev = 68.6\frac{m^3}{day} * \frac{1\,day}{24\,hr} * 9.5\,hr = 27.2m^3$$

همانطور که ملاحظه می‌شود نتایج محاسبات نشان دهنده میزان۲۷/۲ مترمکعب تبخیر در زمان ۹/۵ ساعت می‌باشد که این نتیجه تطابق خوبی با نتایج به دست آمده از آزمایش دوم در سرویس بودن سیستم مه پاش را دارا است. بنابراین با توجه به این موضوع که مدیریت پساب صنعتی در پالایشگاههای نفت و گاز تقریباً به یک صورت بوده و ساختار یکسانی دارد و با توجه به اینکه اکثر این صنایع به منظور دفع صحیح پساب صنعتی خود از حوضچه‌های تبخیر استفاده می‌نمایند، از این رو با در نظر گرفتن مطالب ارایه شده در این مقاله، موارد ذیل جهت بهبود عمکرد فرآیند تصفیه و مدیریت پساب در صنایع اشاره شده، موارد ذیل پینهاد می گردد:

۱) استفاده از سیستم پاشش تبخیری بر روی حوضچه‌های تبخیر به منظور بالابردن سرعت تبخیر، با عنایت به پایین بودن هزینه‌های اجرایی این سیستم و همچنین ساده بودن ساخت ونصب تجهیزات آن.
۲) نصب تجهیزات داخلی در مخارن جمع آوری پساب صنعتی به منظور افزایش راندمان جداسازی مایعات روغنی.
۳) استفاده از تفکیک کننده CPI برای جداسازی نهایی مایعات روغنی.
۴) بهبود عملکرد و قابلیت اطمینان حوضچه های تبخیر با استفاده از سیستم زهکش مناسب و ایجاد محل تخلیه بخارات.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع و مراجع

۱. اطلاعات طراحی فرآیندی پالایشگاه گاز سرخون

2. Paramount supplied Advanced CPI/ API separators for Oily water treatment Systems Introduction, 2009 Siemens Water Technologies Corp
3. Spray evaporation losses from sprinkler irrigation systems, Pair, C.H., W.H. Hinz, K.R. Frost, R.E. Sneed, and T.J. Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 134(6), 745-756
4. Evaporation Loss during Sprinkler Irrigation Myers, J.M., C.D. Baird and R.E. Choate. 1970. Florida Water Resources Research Center Publication No. 12. University of Florida
5. Discharge Efficiency in Sprinkling Irrigation: Analysis of the Evaporation and Drift Losses in Semi-arid Areas, Rana G & Katerji, European Journal of Agronomy, 13, 125–153.
6. CFD Simulation for Water Evaporation & Airflow Movement in Swimming Baths, Martinez-Cob A, Playan E, Zapata N, Cavero J, Medina ET & Puig, M (2008, Journal of Irrigation and Drainage Division, ASCE, 134(6), 745-756.
7. Fluent Soft Ware Manual. V. 6.3.26

www.SID.ir