

تانک تغذیه بویلر و آماده سازی آب

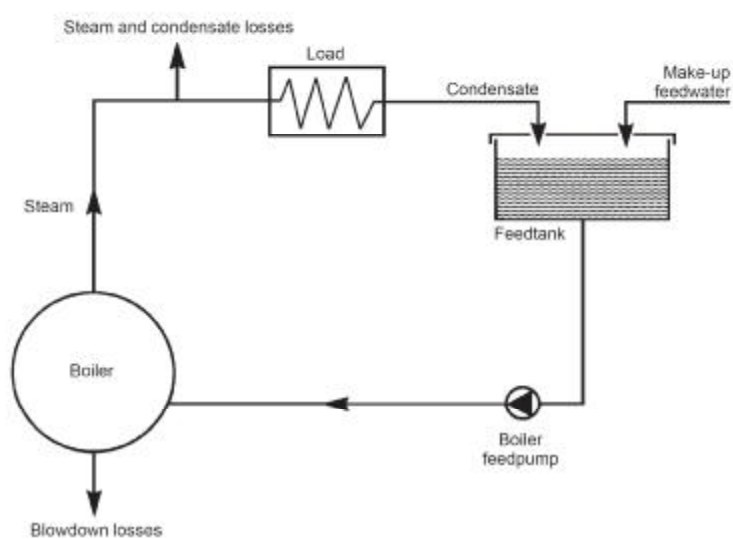
شرکت پارس جم کنترل
نویسنده مقاله: مهندس عادل قهرمانی

مقدمه

اهمیت تانک تغذیه بویلر¹ گاهها¹ چندان جدی گرفته نمی شود. اغلب تجهیزات موتورخانه های بخار بصورت دو یا چند تائی بوده ولی ندرتا از دو تانک تغذیه استفاده می شود. با این وجود ، این قسمت مهم جزء آخرین تجهیزاتی است که طراحی و انتخاب می شود.

چند وظیفه تانک تغذیه

- § منبع ذخیره ای جهت متعادل سازی بین آب مورد نیاز بویلر ، کندانس برگشتی و آب تازه و پردازش شده جبرانی سیستم
- § منبع ذخیره حرارتی جهت کندانس برگشتی و سیستم بازیافت حرارتی
- § محلی مناسب جهت آماده سازی شیمیائی و فیزیکی نهائی آب تغذیه بویلر



شکل 1: سیکل پایه گردش بخار و کندانس

دقت لازم در طراحی تانک تغذیه و تجهیزات جانبی آن سبب صرفه جویی قابل توجه در انرژی و پردازش شیمیائی آب شده و ضمناً امنیت بهره برداری را نیز بالا خواهد برد.

شکل : اگرچه استفاده از تانک های تغذیه استوانه ای (افقی و یا عمودی) خصوصاً در اندازه های کوچک غیر متداول نیست ولی تانک های مستطیل شکل نیز با توجه به حداکثر حجم نسبت به مساحت کف نیز انتخاب مناسب تری بنظر می رسد و خصوصاً در کشورهای اروپائی متداول تر می باشد.

¹ Feed Tank

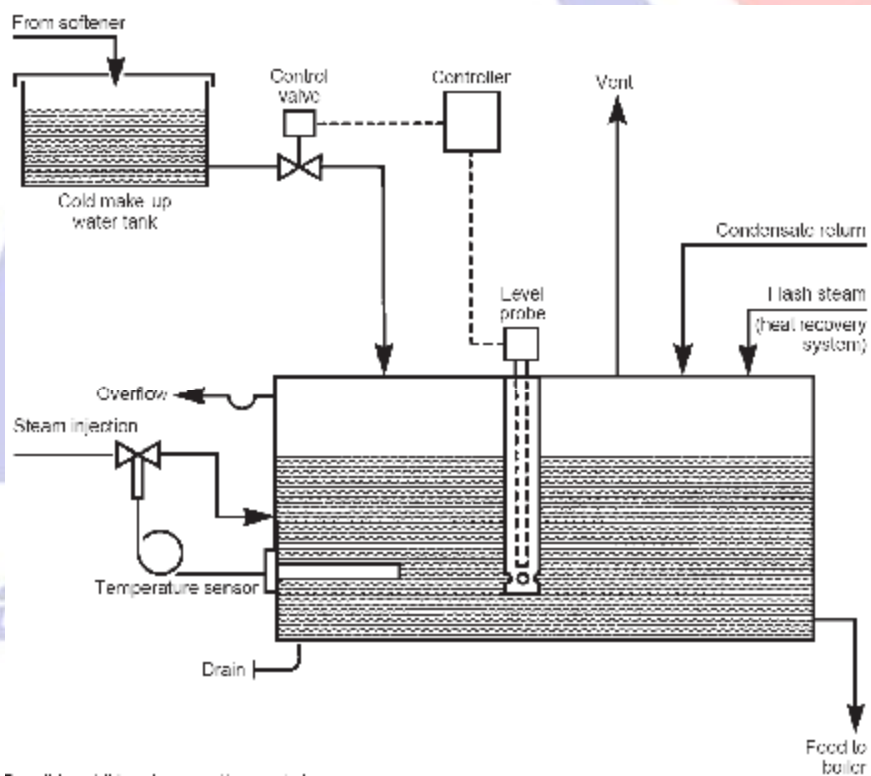
جنس بدنه

پلاستیک: بعلت دمای بالای کندانس پلاستیک دارای مواد مقاوم جهت این دما گران بوده و بدین منظور ماده مناسبی نیست. با این وجود استفاده از آن در تانک تغذیه آب سرد ورودی² بلامانع است.

فولاد³: پر مصرف ترین ماده مورد استفاده جهت تانک های کندانس و تغذیه است. نوع بدون پوشش آن ارزان تر بوده ولی آمادگی زنگ زدگی را دارا است و لی در صورت آبکاری سطحی مشکل فوق برطرف می شود (اگرچه هزینه آن ممکن است از هزینه خود تانک بیش تر شود و ضمنا به نگهداری ویژه نیازمند است).

چدن⁴: معمولا بصورت مقاطع مجزای مستطیلی سرهم می شود. مشکل عمده احتمال ایجاد نشتی از بین اتصالات مخزن بوده و ضمنا در معرض زنگ زدگی است.

فولاد ضد زنگ⁵: اگرچه دارای هزینه اولیه بالایی خواهد بود ولی عمر بسیار بالای آن ارزش پرداخت این هزینه مازاد را دارد. مناسب ترین نوع فولاد قابل قبول 304L است. در صورت غلظت بالای کلر در آب و دمای بالای 60 C، این ماده ممکن است دچار شکستگی ناشی از تنش حاصل از خوردگی شود که تنها مشکل فنی موجود است. البته در صورت احتمال وجود این غلظت بالا می توان پس از مشورت با مهندسی شیمی متخصص در پردازش آب نسبت به انتخاب جنس مناسب اقدام نمود.



شکل 2: لوله کشی و اتصالات تانک تغذیه

² Cold make-up water tank

³ Carbon Steel

⁴ Cast Iron

⁵ Austenitic Stainless Steel

توجه: در شکل 2 اتصالاتی نظیر دما سنج، آب نما، پمپ و سیستم گردش مجدد آب، اتصال مربوط به افزودنی های شیمیائی و ... نشان داده نشده است.

ظرفیت:

تانک تغذیه در واقع مخزن ذخیره ای است که در مواقع قطع یا کمبود آب مورد نیاز بویلر، پمپ را تغذیه می نماید. ایده آل ترین تانک تغذیه باید دارای حجمی معادل یک ساعت حداکثر قدرت تولید بخار بویلر باشد. در سایت های بزرگ این امر تقریباً غیر ممکن بوده و معمولاً از تانک کوچک تر به همراه مخزن ذخیره مجزا جهت آب سرد جبرانی استفاده می شود. همچنین این مخزن باید دارای حجم کافی بالاتر از سطح طبیعی کاری آب باشد تا بتواند در مواقع افزایش و هجوم ناگهانی کندانس به تانک ایستادگی نموده و سر ریز نشود. این امر خصوصاً در مواقع راه اندازی اولیه که کل کندانس موجود در سیستم به سمت تانک سرازیر می شود و احتمال سرریز و اتلاف آن وجود دارد حائز اهمیت است.

توجه: در برخی از منابع داخلی حداقل حجم تانک کندانس برابر 20 دقیقه تولید حداکثر بخار یا 1/3 ظرفیت تولید بخار توصیه شده است.

ساختمان:

قسمتهای مجزای تانک باید بطور کامل جوشکاری شده و گوشه های جانبی و فوقانی آن کاملاً محکم کاری شود. همچنین تکیه گاه مناسبی در زیر تانک مهیا شود. کوتاهی در این امر ممکن است به انحناء صفحات و شکستگی تانک منجر شود.

لوله تمامی اتصالات فلنجی باید حداقل به فاصله 150mm از مخزن فاصله گیرند تا عایق کاری را ساده تر نمایند و همچنین اتصالات دنده ای باید بطول 20 mm خالی و با فاصله بمانند.

بمنظور سهولت در جابجائی و نصب از حلقه های مناسب⁶ در روی مخزن استفاده شود.

لوله کشی:

چند سیستم لوله کشی متصل به تانک بصورت مجزا مورد بررسی قرار می گیرند. به شکل 2 دقت کنید.

الف - خط برگشت کندانس: این خط یکی از بزرگترین پتانسیل های موجود جهت بازیافت انرژی در موتورخانه های بخار محسوب می شود. کندانس دارای حرارت نهفته زیاد بوده و باز هر 6C افزایش دما در دی اریتر 1% سوخت کمتر محسوب می شود.

شکل 1-3 نشان دهنده تشکیل بخار در فشار 10barg در زمان تغذیه بویلر با آب ورودی با دمای 10C است. قسمت زیرین نمودار نشان دهنده حجم نسبتاً کوچک انرژی آب ورودی است. انرژی مضاعفی بمیزان 740kJ/kg جهت رسیدن به نقطه اشباع در فشار 10 barg مورد نیاز است. (نقطه جوش)

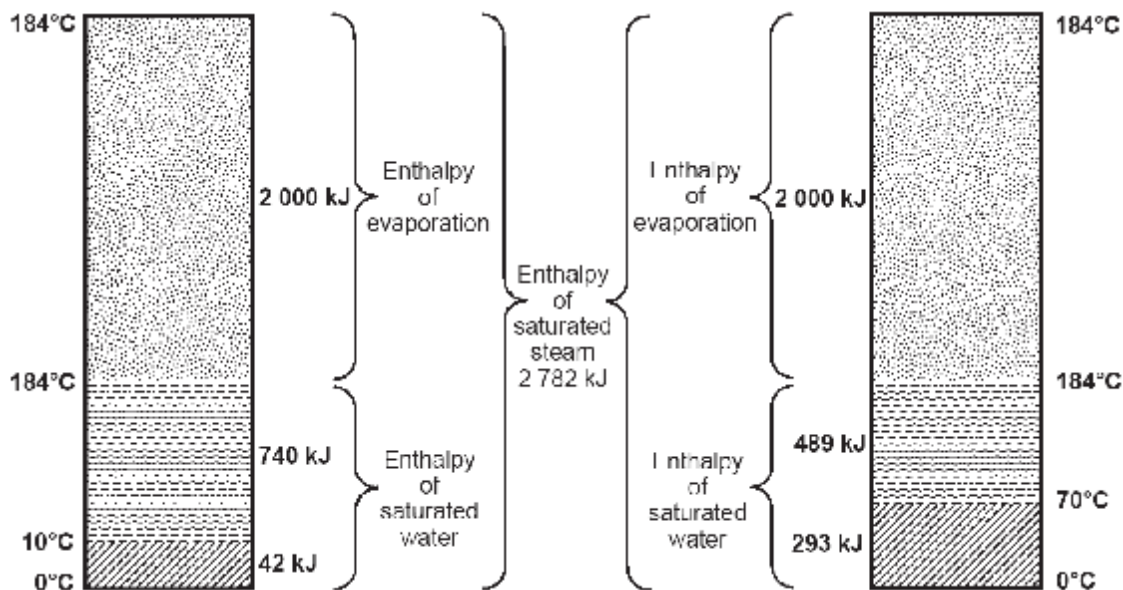
شکل 2-3 نشان دهنده همان شرایط فوق ولی با آب تغذیه 70C در اثر بازگشت بیشتر کندانس است. دیده می شود که حرارت لازم جهت به جوش آوردن آب بمیزان 489 kJ/kg تنزل کرده است. این مقدار بازیافت برابر صرفه جوئی 9.2% در مصرف سوخت است.

همچنین کندانس برگشتی در واقع آب خالص محسوب شده که علاوه بر هزینه خود آب هزینه مواد شیمیائی را نیز کاهش می دهد و نیاز به بلودان کمتر خواهد بود.

کندانس برگشتی معمولاً دارای فشار بوده و بنابراین همراه با آزاد شدن بخار فلاش در تانک می باشد. این بخار باید مجدداً به آب تبدیل شود تا انرژی و خود آب بازیافت گردد. روش متداول این کار تزریق کندانس و بخار فلاش از طریق لوله سوراخدار⁷ به داخل تانک بوده است. روش جدیدتر در ادامه مقاله معرفی شده است.

⁶ Lifting Lugs

⁷ Sparge pipe



شکل 1-3: تشکیل 1kg بخار در فشار 10barg با دمای آب تغذیه 10c .

شکل 2-3: تشکیل 1kg بخار در فشار 10barg با دمای آب تغذیه 70c که منجر به 9.2% صرفه جوئی در سوخت شده است.

ب- بخار فلاش سیستم بازیافت حرارت: بطور مثال سیستم بازیافت انرژی بلودان بویلر را در نظر بگیرید که منبع دیگری جهت استفاده از انرژی بازیافتی و افزایش دمای تانک تغذیه است. همانند کندانس تحت فشار، این بخار فلاش نیز باید به کندانس تبدیل شود که توسط روش مرسوم با استفاده از لوله سوراخدار انجام می گیرد.

ج- آب جبرانی سیستم: این آب سرد از طریق سیستم سختی گیر و آماده مقذارسازی آب تامین شده و کمبود آب سیستم را جبران می کند.

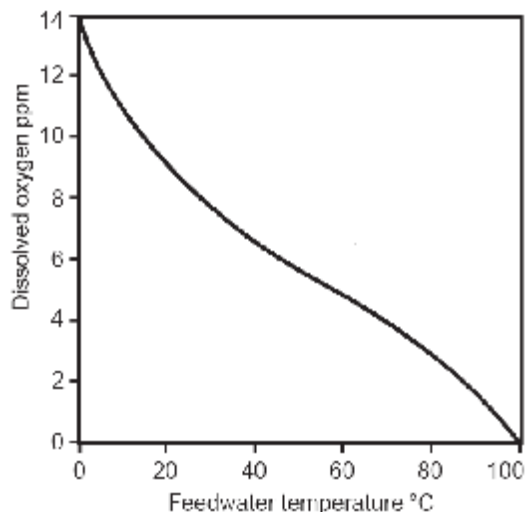
اکثر سیستم های سختی گیری به مقدار حداقلی از جریان نیاز دارند تا حداکثر راندمان را داشته و آب با کیفیت مناسب را فراهم کنند. بصورت مثال عبور جریان کمی از آب در اثر عملکرد سیستم کنترل سطح تدریجی در تانک می تواند اثر معکوس بر راندمان سختی گیر داشته باشد. بنابراین از یک منبع ذخیره آب سرد از جنس پلاستیک یا ورق گالوانیزه استفاده می شود. جریان عبوری از سختی گیر از طریق سیستم کنترل قطع و وصل⁸ بداخل مخزن وارد شده و سپس توسط شیر تدریجی به داخل تانک تغذیه ارسال می شود. این نوع از نصب به عملکرد نرم تر سیستم تغذیه بویلر منجر خواهد شد.

بمنظور جلوگیری از ایجاد لایه سرد آب در زیر مخزن (ورودی به بویلر) و توزیع یکنواخت دما مناسب است تا آب سرد را از طریق لوله سوراخ دار تزریق نمود.

د- تزریق بخار: یکی از مهمترین علل ایجاد خوردگی در خطوط بخار و کندانس وجود اکسیژن محلول در آب تغذیه بویلر ها است. همچنین بمنظور جلوگیری از خوردگی سریع در بویلر لازم است تا تمامی اکسیژن از آب ورودی جدا شود.

⁸ On-off control

مطابق نمودار 4 دیده می شود که با افزایش دمای آب مقدار اکسیژن محلول در آب کاهش می یابد. با این روش ، مواد شیمیائی لازم جهت جدا سازی اکسیژن⁹ می تواند تا میزان 75% کاهش یابد.



شکل 4 : نمودار تغییرات اکسیژن محلول در آب به نسبت دما

همچنین با کاهش مواد شیمیائی مذکور مقدار بلودان بویلر نیز کاسته شده و صرفه جوئی بیشتری حاصل خواهد شد. در مثال زیر نحوه محاسبه مقدار مواد شیمیائی لازم جهت جدا سازی اکسیژن با توجه به دمای آب شرح داده شده است. با انجام این عملیات جهت دماهای مختلف می توان نتیجه حاصل را مشاهده نمود.

§ ماده شیمیائی متداول جهت این کار کاتالیست سولفیت سدیم با غلظت 45% است.

§ بمنظور حذف 1ppm اکسیژن مقدار 8ppm سولفیت سدیم مورد نیاز است.

§ مقدار 4ppm سولفیت سدیم اضافه جهت ذخیره در آب افزوده می شود.

اکسیژن محلول در آب در دماهای مختلف								
دمای آب تغذیه (° c)	20	30	40	50	60	70	80	90
اکسیژن محلول (ppm)	9.0	7.8	6.4	5.5	4.9	4.0	3.0	1.6

مثال : مقدار مواد شیمیائی لازم جهت جداسازی اکسیژن از آب با دمای 80c را محاسبه نمائید:

مقدار اکسیژن محلول در آب : 3ppm

مقدار سولفیت سدیم لازم جهت حذف این مقدار اکسیژن : $(3 \times 8) + 4 = 28 \text{ ppm}$

مقدار سولفیت سدیم با غلظت 45% : $28 \times 100 / 45 = 62 \text{ ppm}$

مقدار سالیانه کاتالیست سولفیت سدیم جهت بویلری با ظرفیت تولید بخار 3,000 kg/hr و بامقدار کاری 8700 ساعت در سال برابر است با :

⁹ scavengers

$$3000 \frac{kg}{hr} \times \frac{8700hr}{year} \times \frac{62}{1,000,000} = 1618 \text{ kg/year}$$

با محاسبه مجدد این مقدار جهت آب با دمای 40c ، میزان 3202 kg سولفیت سدیم در سال لازم خواهد بود.

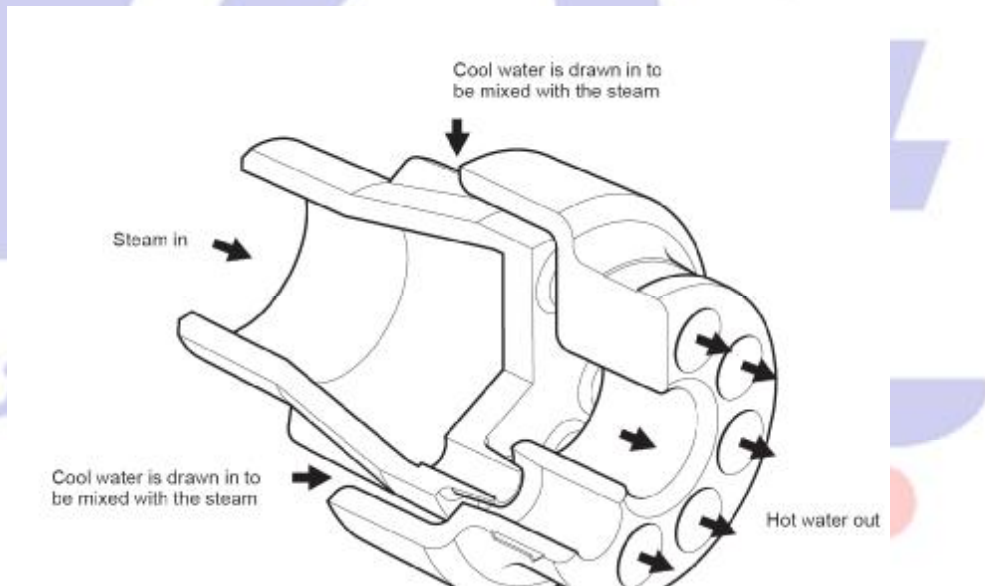
باید توجه کرد که دی اریتور وظیفه دارد قبل از افزودن مواد شیمیائی لازم جهت جداسازی اکسیژن و دیگرازاها، از طریق مکانیکی و حرارتی (تزریق بخار) حتی المقدور جداسازی مذکور را انجام دهد. در صورت افزودن مواد شیمیائی به تانک دی اریتور ممکن است مقدار زیادی از آنها اتلاف شود (وسختی آب را افزایش دهد) بنابراین معمولاً تزریق مواد در خروجی دی اریتور و قبل از ورود به بویلر بهترین نقطه محسوب می شود. دمای تانک کندانس معمولاً با تحمل پمپ تغذیه در برابر کاویتاسیون محدود می شود. این مسئله معمولاً با افزایش ارتفاع نصب تانک و دی اریتور بمنظور افزایش فشار مکش مثبت ورودی¹⁰ پمپ بهبود می یابد. همچنین مطمئن شوید که خط مکش پمپ باندازه کافی بزرگ انتخاب شده است تا حداقل افت فشار را داشته باشد.

نکته: مقدار تولید بخار بویلرها با افزایش دمای آب تغذیه بیشتر شده و بنابراین مناسب است تا این دما حتی المقدور بالا برده شود.

سیستم های تزریق بخار

یکی از روش های متداول استفاده از لوله سوراخ دار¹¹ است. در صورت استفاده از بخار با فشار بیشتر از 2barg در این وسیله ممکن است مشکل صدا و ارتعاشات بوجود آمده و حباب های بخار خروجی از سوراخها قبل از رسیدن به سطح آب کندانس نشوند. بنابراین معمولاً از یک شیر تقلیل فشار قبل از تزریق بخار استفاده می شود که طبعاً هزینه بر می باشد. یک روش ساده جایگزین استفاده از تزریق کننده بخار طبق شکل 3 می باشد. این سیستم کاملاً آب را با بخار مخلوط کرده و می تواند در فشارهای بالاتر نیز کار نماید. اختلاط کامل مخلوط به افزایش راندمان در تانک دی اریتور کمک می کند.

کنترل دمای دی اریتور معمولاً توسط یک شیر ترموستاتیک و کنترلر مربوط انجام می پذیرد .



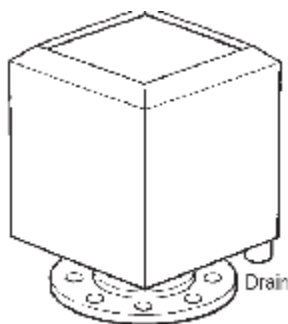
شکل 5: تزریق کننده بخار

¹⁰ Net positive suction head

¹¹ Sparge pipe

- ونت¹²

بمنظور جلوگیری از افزایش فشار، باید تانک کندانس مجهز به ونت باشد. بعنوان نمونه قطر این لوله در تانک‌های 2000 لیتری برابر 200mm و در تانک 30000 لیتری برابر 250 mm است. لوله ونت باید با کلاهک مخصوص تأمین شود که با پره‌های داخلی، آب موجود در بخار خروجی را جدا ساخته، از طریق لوله تخلیه، خارج نماید.



شکل 6: vent head

- ازدیاد سطح:

لوله تخلیه آب در صورت ازدیاد سطح باید بصورت U شکل نصب شود تا از اتلاف بخار فلاش جلوگیری شود.

- انشعاب پمپ تغذیه:

در صورت اخذ انشعاب آب دیگ از زیر مخزن، محل اتصال لوله باید 50 mm از زیر مخزن بالاتر اخذ شده و از صافی نیز استفاده گردد تا آلودگی‌های احتمالی به دیگ وارد نشود. لوله مذکور باید باندازه کافی بزرگ و با افت فشار کم اندازه‌گذاری شود تا NPSH مکش پمپها را افزایش دهد.

- تخلیه¹³:

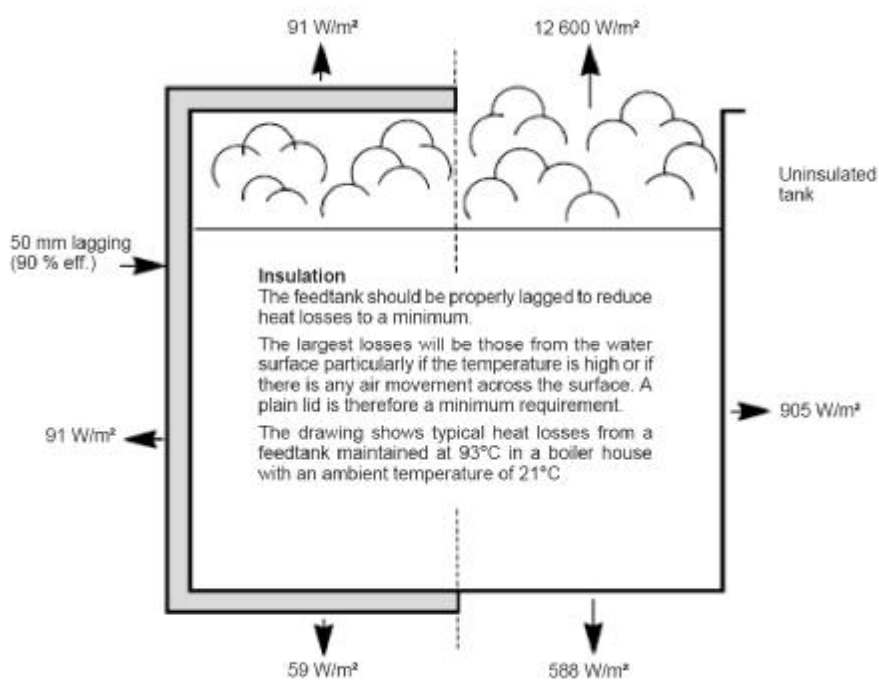
اتصال تخلیه در زیر تانک امکان خالی نمودن تانک و تمیز نمودن و بازرسی آنرا فراهم میکند.

- عایق کاری:

تانک تغذیه باید بصورت مناسب عایق کاری شود تا از اتلافات حرارتی جلوگیری گردد. در صورتی که جنس بدنه تانک از stainless steel باشد باید مواد تشکیل دهنده عایق بدون کلر باشد.

¹² vent

¹³ drain



شکل 7: اتلافات حرارتی تقریبی در یک ساعت در هوای آرام. (در صورت وجود حرکت هوا، اتلافات خصوصاً از قسمت سطح به سرعت افزایش می یابد)

- دریچه بازدید :

از دریچه بازدید باندازه مناسب جهت بازدید قسمتهای داخلی و نصب تجهیزات در تانک استفاده می گردد .

- کنترل های سطح :

بمنظور کنترل سطح ، بصورت عام از کنترل های سطح شناوری استفاده می شود . کنترل های مدرن و امروزی از میله های کنترل سطح استفاده می کنند که دارای سیگنال خروجی تدریجی جهت فرمان به شیر کنترل می باشند . این سیستم به تعمیرات و نگهداری کمتری محتاج بوده و با استفاده از یک کنترلر و یک میله می توان آلارمها و تجهیزات نمایشگر را تغذیه نمود . کنترل های میله ای سطح می توانند به طوری انتخاب و نصب شوند تا دارای سیگنال آلارم سطح زیاد آب ، کنترل نرمال سطح آب و آلارم کاهش آب مخزن باشند . سیگنال خروجی از میله های مخصوص قابل هدایت به سمت شیر کنترل آب سرد ورودی به تانک است . میله مذکور با محافظ مخصوص در داخل تانک نصب می شود تا از توربولانس و آشفتهگی آب که منجر به خطا خواهد شد به دور باشد .

- نمایشگر سطح آب :

استفاده از شیشه آب نما در کنار مخزن جهت نمایش سطح آب و نیز تنظیم احتمالی میله های کنترل سطح توصیه می شود.

- دماسنج :

دماسنج می تواند در روی تانک و یا دور از آن بصورت قرائت از راه دور نصب گردد .

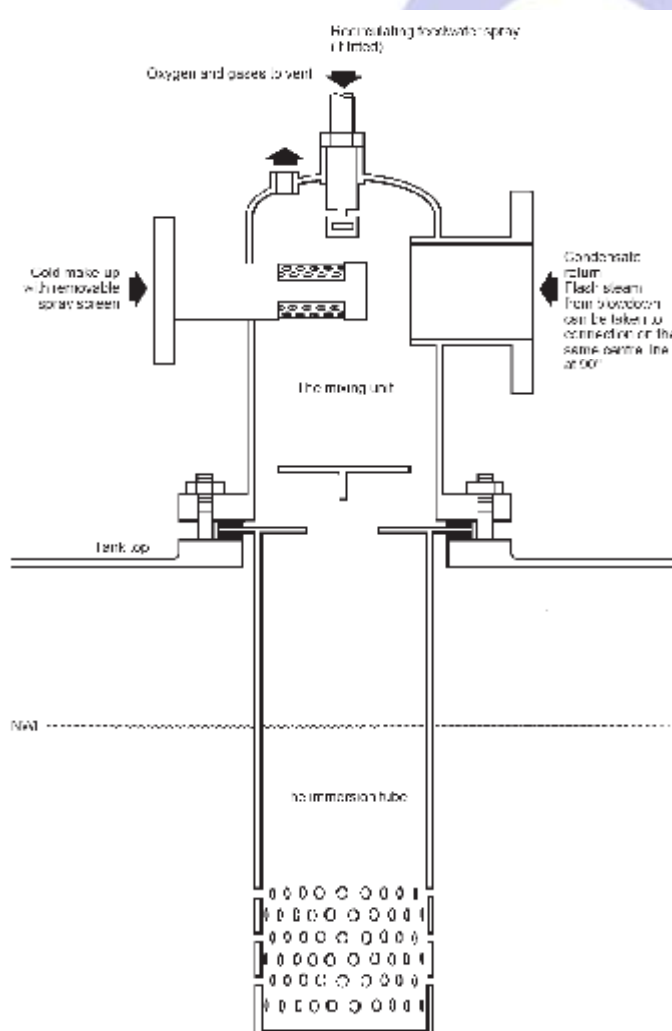
روش جایگزین

- الف - دی اریتورهاى تحت فشار

این دی اریتورها از نظر راندمان حرارتی در سطح بالائی قرار داشته و مقدار اکسیژن آب را تا اندازه زیادى مى کاهند. در عوض از نظر هزینه بسیار گران قیمت بوده و در موتورخانه های بسیار بزرگ توجه پذیر هستند. در صورت استفاده از این دی اریتورها ، راندمان آنها در شرایط وجود بار حرارتی جزئی باید مورد ارزیابی قرار گیرد.

- ب - استفاده از deaerator head

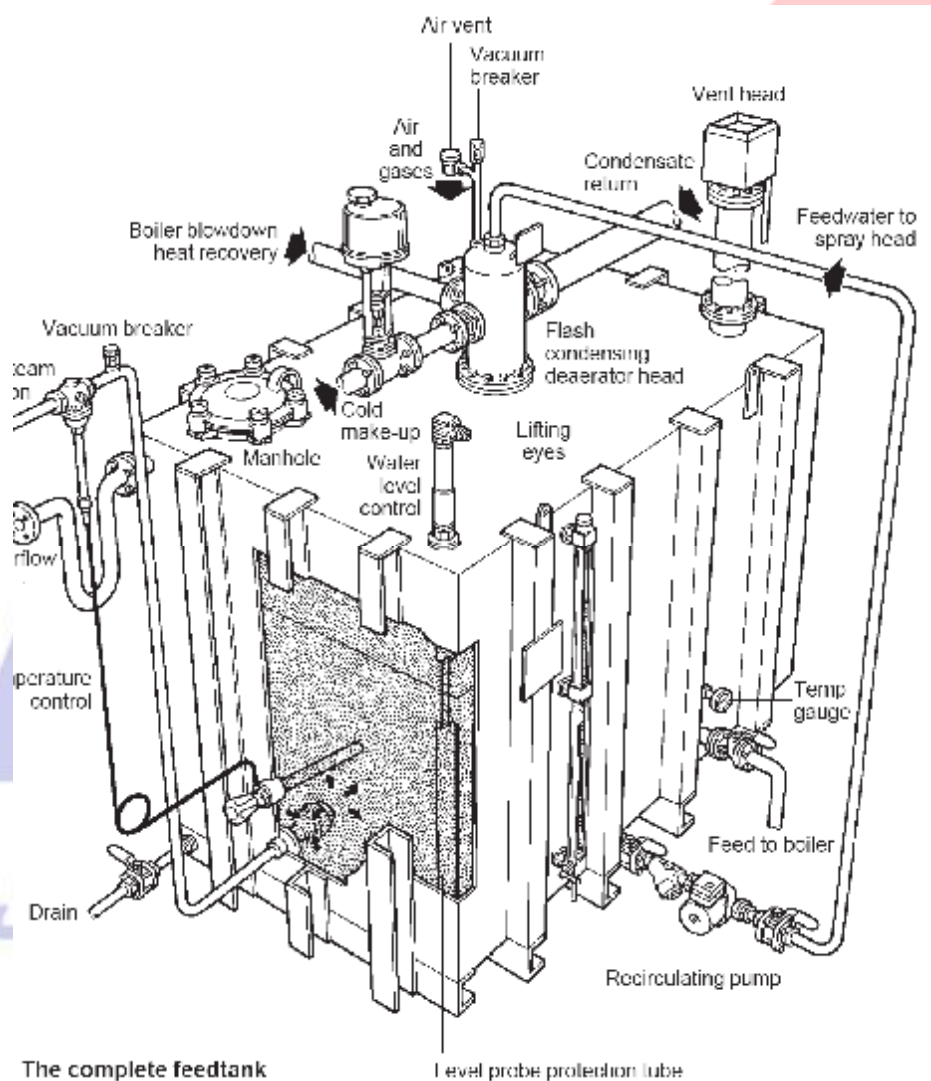
این وسیله در واقع محل تلاقی تمامی جریان های ورودی بوده و مشکلات و هزینه تانک های جداگانه و لوله سوراخ دار پاشش کندانس (sparge pipe) را ندارد. آب سرد پر از اکسیژن ورودی با بخار فلاش حاصل از سیستم بازیافت و یا بلودان بویلر مخلوط شده و اکسیژن براحتی از طریق لوله ونت کوچکی تخلیه می شود (قبل از ورود به تانک دی اریتور) . به شکل 6 توجه کنید.



شکل 8: دی اریتور مخصوص کندانس کننده بخار فلاش

- سیستم گردش مجدد آب :

در زمانی که کندانس برگشتی بسیار زیاد بوده و جریان آب سرد ورودی نیز کم و مقطعی باشد، امکان اتلاف بخار فلاش ارزشمند از طریق لوله ونت وجود دارد. بمنظور افزایش راندمان حرارت و نیط توزیع یکنواخت درجه حرارت در سرتاسر تانک، مناسب است تا انشعابی از قسمت نسبتاً سرد تانک اخذ شده و آب آن به سیستم پاشش موجود در **deaerator head** برگردانده شود. بمنظور کندانس کردن فلاش احتمالی باید در حدود 20% ظرفیت تانک کندانس از طریق این سیستم چرخانیده شود. معمولاً قدرت پمپ مورد نیاز بسیار کم و در اندازه 2 لامپ متوسط است.



شکل 9: تانک تغذیه کامل

خوانندگان محترم می توانند جهت دریافت اطلاعات تکمیلی با شماره تلفن های 24-88708223 و یا پست الکترونیک info@pars-jam.com

تماس حاصل نمایند.