کنترل غلظت املاح در دیگ های بخار – بخش اول

مهندس وحید علیزاده

منبع: SPIRAX SARCO Steam Engineering Tutorials

با شروع تبخیر آب در دیگ بخار، غلظت املاح موجود در آب ورودی به دیگ تدریجا افزایش می یابد. هرچه غلظت ذرات افزایش یابد، حباب های بخار پایدارتر شده و با رسیدن به سطح آب دیرتر می ترکند. در این حالت بسته به فشار و ظرفیت دیگ و نیز مقدار بخار مورد نیاز مجموعه، بخش عمده و قابل توجهی از فضای بخار درون دیگ با کف و حباب پوشیده شده و بخار به همراه املاح موجود در کف به درون خطوط توزیع بخار وارد می شود.

همانطور که مشخص است، این شرایط به دلیل رطوبت قابل توجه بخار خارج شده از دیگ و نیز راه یافتن ناخالصی های موجود در آب و حتی ذراتِ جامدِ معلق به درون خطوط توزیع نامطلوب است. این ذرات ناخالص که منجر به آلودگی بخار تولیدی می گردند، مشکلات متعددی را در قطعات داخلی شیر های کنترل، مبدل های حرارتی و تله های بخار بوجود خواهند آورد.

در حالیکه تولید کف می تواند به دلیل حجم بالای ذرات معلق، قلیائیت بالا و یا آلودگی آب به روغن و چربی ها باشد، میزان بالای ذرات جامد محلول در آب یا TDS یکی از عمده ترین دلایل انتقال کف به خطوط بخار است. لذا، حفظ کیفیت آب دیگ و کنترل سطح TDS می تواند احتمال تولید کف و انتقال آن به خطوط بخار را به حداقل برساند.

جدول ۱، سطح TDS را در واحدهای مختلف از جمله ppm و µS/cm نشان می دهد.

Total dissolved solids ppm	Conductivity (µS/cm)		Relative density at 15.5°C	Degrees Baumé °Be	Degrees Twaddle °Tw
	Neutralised	Unneutralised			
0	0	0	1.000 00	0.000	0.000
200	286	400	1.000 18	0.026	0.036
400	571	800	1.000 36	0.052	0.073
600	857	1 200	1.000 55	0.079	0.109
800	1 143	1 600	1.000 73	0.105	0.145
1 000	1 429	2 000	1.000 91	0.131	0.182
1 200	1 714	2 400	1.001 09	0.157	0.218
1 400	2 000	2 800	1.001 27	0.184	0.255
1 600	2 286	3 200	1.001 45	0.210	0.291
1 800	2 571	3 600	1.001 64	0.236	0.327
2 000	2 857	4 000	1.001 82	0.262	0.364
2 200	3 143	4 400	1.002 00	0.289	0.400
2 400	3 429	4 800	1.002 18	0.315	0.436
2 600	3 714	5 200	1.002 36	0.341	0.473
2 800	4 000	5 600	1.002 55	0.367	0.509
3 000	4 286	6 000	1.002 73	0.393	0.545
3 200	4 571	6 400	1.002 91	0.420	0.582
3 400	4 857	6 800	1.003 09	0.446	0.618
3 600	5 143	7 200	1.003 27	0.472	0.655
3 800	5 429	7 600	1.003 45	0.498	0.691
4 000	5 714	8 000	1.003 64	0.525	0.727
4 200	6 000	8 400	1.003 82	0.551	0.764
4 400	6 286	8 800	1.004 00	0.577	0.800
4 600	6 571	9 200	1.004 18	0.603	0.836
4 800	6 857	9 600	1.004 36	0.630	0.873
5 000	7 143	10 000	1.004 55	0.656	0.909
5 200	7 429	10 400	1.004 73	0.682	0.945
5 400	7 714	10 800	1.004 91	0.708	0.982
5 600	8 000	11 200	1.005 09	0.735	1.018
5 800	8 286	11 600	1.005 27	0.761	1.055
6 000	8 571	12 000	1.005 45	0.787	1.091

جدول ۱-مقایسه واحد های اندازه گیری TDS

نمونه گیری از آب دیگ

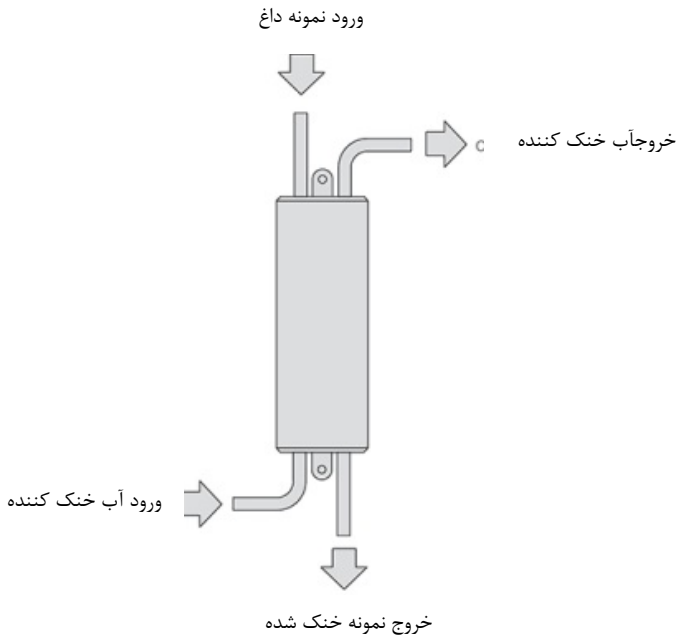
TDS آب دیگ به روش های زیر قابل اندازه گیری می باشد:

- گرفتن نمونه خارج از دیگ بخار و تعیین مقدار TDS
- قرار دادن حسگر داخل دیگ بخار و ارسال سیگنال به نمایشگر خارجی

نمونه گیری خارج از دیگ بخار جهت بررسی TDS

نمونه گرفته شده از دیگ می بایست نشانگر واقعی شرایط آب در درون دیگ باشد. به عنوان مثال، گرفتن نمونه از شیشه های آبنما یا محفظه های کنترل سطح خارجی به علت اینکه آب موجود در آنها ناشی از تقطیر مداوم بخار است، صحیح نخواهد بود. به طور مشابه، نمونه هایی که از نزدیکی محل ورود آب تغذیه گرفته شوند، سطح واقعی TDS را نشان نمی دهند.

امروزه، اغلب سازندگان دیگ های بخار اتصالی را بر روی بدنه دیگ جهت اندازه گیری TDS تعبیه می کنند. در صورتیکه آب در حال جوش بطور مستقیم از دیگ خارج شود، افت فشار موجب تبدیل حجمی از آب به بخار می شود. این امر، نه تنها برای بهره بردار دیگ بسیار خطرناک است، بلکه نتیجه آزمایش را نیز به علت بخار شدن بخشی از آب و در نتیجه افزایش غلظت محلول با خطا مواجه خواهد کرد. بنابراین، برای خنک کردن نمونه نیاز به خنک کننده آب دیگ (sample cooler) می باشد که علاوه بر از بین بردن مشکل خطای آزمایش، موجب صرفه جویی در زمان و نیز سهولت در اندازه گیری و در نتیجه رغبت بیشتر به آن می شود. این تجهیز، یک مبدل حرارتی کوچک است که با استفاده از آب، نمونه مورد نظر را تا دمای استاندارد خنک می کند.



شکل ۱- خنک کننده آب دیگ

اندازه گیری TDS به روش چگالی نسبی

چگالی نسبی آب به میزان ذرات جامد حل شده در آن وابسته است. چگالی نسبی آب خام، آب تغذیه دیگ و کندانس به چگالی نسبی آب خالص بسیار نزدیک است، بطوری که تفاوت آنها به کمک دستگاه آب سنج (hydrometer) قابل اندازه گیری نیست. در مقابل، از آب سنج جهت اندازه گیری تقریبی ذرات جامد محلول استفاده می شود، بدین صورت که افزایش چگالی نسبی آب دیگ به میزان ۰/۰۰۰۱ در دمای ۱۵/۵ درجه سانتی گراد تقریبا معادل ۱۱۰ ppm خواهد بود. جهت اندازه گیری مناسب TDS به یک آب سنج با حساسیت بالا نیاز می باشد.

روش کار به این صورت است:

- نمونه خنک شده آب جهت جداسازی ذرات جامد معلق و جلوگیری از بروز خطا در اندازه گیری از صافی عبور داده می شود.
- دمای نمونه تا ۱۵/۵ درجه سانتی گراد کاسته می شود.
- چند قطره از مواد فعال سطحی (surfactant) که باعث جلوگیری از چسبیدن حباب ها به آب سنج می شود به نمونه اضافه می گردد.
- آب سنج در داخل نمونه گذاشته شده و به آرامی چرخانده می شود تا حباب ها ی داخل نمونه از بین بروند.
- چگالی نسبی خوانده می شود.
- TDS از جداول همراه آب سنج خوانده شده یا با استفاده از فرمول زیر در واحد ppm محاسبه می شود:

$$\text{TDS (ppm)} = (\text{relative density at } 15.5^\circ\text{C} - 1) \times 1.1 \times 10^6$$

به طور مثال:

$$\text{Relative density at } 15.5^\circ\text{C} = 1.003\,5$$
$$\text{TDS} = (1.003\,5 - 1) \times 1.1 \times 10^6$$
$$\text{TDS} = 3\,850 \text{ ppm}$$

لازم به توضیح است که آب سنج دستگاهی ظریف و حساس بوده و می تواند به راحتی آسیب بیند. برای جلوگیری از اندازه گیری اشتباه، عملکرد این تجهیز می بایست به صورت منظم به کمک آب مقطر بررسی گردد.

اندازه گیری TDS به روش رسانایی

رسانایی الکتریکی آب به نوع و میزان ذرات جامد حل شده در آن بستگی دارد. به دلیل اینکه میزان اسیدی و بازی بودن آب تاثیر زیادی بر روی رسانایی الکتریکی دارد، ضروری است نمونه آب دیگ قبل از اندازه گیری رسانایی از نظر شیمیایی خنثی شود. روش کار به شرح زیر است:

- چند قطره از شناساگر PH فنول فتالین به نمونه خنک شده (<۲۵°C) اضافه می شود.
- اگر نمونه بازی باشد، رنگ بنفش پر رنگ بدست خواهد آمد.
- اسید استیک (حدوداً ۵ درصد) به صورت قطره قطره جهت خنثی سازی به نمونه اضافه می شود تا رنگ نمونه از بین برود.

سطح TDS به صورت تقریبی در واحد ppm به کمک رابطه ذیل به دست می آید:

Equation 3.12.2	TDS (ppm) = (conductivity in µS/cm) x 0.7

به طور مثال:

Conductivity of a neutralised sample at 25°C = 5 000 µS/cm

TDS = 5 000 µS/cm x 0.7

TDS = 3 500 ppm

راهکار دیگر، استفاده از دستگاه قابل حمل رسانایی سنج مجهز به دماسنج است. این دستگاه در شکل ۲ نشان داده شده است و برای اندازه گیری رسانایی تا دمای ۴۵ درجه سانتیگراد مناسب می باشد.

شکل۲- دستگاه رسانایی سنج قابل حمل

علاقه‌مندان می‌توانند جهت دریافت اطلاعات بیشتر و یا هماهنگی جهت بازدید از مجموعه با شرکت سامان پایا ایده به شماره تلفن ۴-۲۶۲۱۸۵۲۳-۰۲۱ و یا پست الکترونیک info@spi-ir.com تماس حاصل فرمایند.

Saman Paya