

نام مقاله: بررسی استفاده از دستگاه فیلتراسیون صنعتی آب
جهت فیلتراسیون آب خنک کن لوله های ساتلایت شرکت سیمان آبیک
نویسنده: ابراهیم داودی
کارشناس مکانیک بازرسی فنی- سیمان آبیک



چکیده:

لوله های ساتلایت انتهای کوره برای خنک کردن کلینکر خروجی کوره مورد استفاده قرار می گیرد . حرارت کلینکر خروجی از کوره حدود 1200 درجه سانتی گراد می باشد و پس از خروج از انتهای لوله های ساتلایت بایستی به حدود 100-150 درجه سانتی گراد برسد. بالا بودن حرارت کلینکر خروجی از ساتلایت ، باعث آسیب رسیدن به تجهیزات بعدی خط تولید می گردد.

تبادل حرارت در لوله های ساتلایت از دو طریق عمده صورت می پذیرد :

الف – تبادل حرارت بین کلینکر و هوای ثانویه در داخل لوله های ساتلایت

ب- تبادل حرارت بین پوسته خارجی ساتلایت و سیال خنک کن

انتقال حرارت به روش ب تنها در صورتی اجباری خواهد بود که تبادل حرارت به روش الف کافی نبوده و حرارت کلینکر خروجی بیش از حد مجاز باشد.

معمولاً از آب به عنوان سیال خنک لوله های ساتلایت استفاده می شود ، اما استفاده از آب به عنوان سیال خنک کننده معایبی نیز به همراه دارد که عیوب اصلی آن عبارتند از :

- بستن رسوب بر روی سطح خارجی لوله ساتلایت

لایه رسوب بسته شده به عنوان عایق حرارتی عمل نموده و به میزان زیادی از راندمان خنک کردن کاهش می دهد.

- گرفتگی مسیر لوله های انتقال آب به علت تشکیل رسوب

تشکیل رسوب در لوله های انتقال آب باعث گرفتگی لوله ها می گردد و میزان دبی آبی که برای خنک کاری استفاده می گردد را کاهش می دهد و در نتیجه تبادل حرارت کاهش یابد.

• احتمال ترک لوله در هنگام کم شدن دبی آب و یا قطع شدن آب

از لحاظ هزینه ، بروز این مشکلات خسارت های هنگفتی به مجموعه شرکت وارد کرده و باعث بالا رفتن توقفات خط تولید و پایین آمدن تولید می گردد.

یکی از روشهای موثر جلوگیری از تشکیل رسوب ، فیلتراسیون آب و جداکردن املاح تشکیل دهنده رسوب می باشد که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

کلمات کلیدی:

ساتلایت ، آب خنک کن،املاح آب، فیلتراسیون صنعتی ، قلیائیت فنل فتالئینی ، یون کلر ، یون سولفات ، سختی کل ، قلیائیت متیل اورانژی ، رسوب، سیستم خنک کاری

❖ تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه های آب و رسوب توسط آزمایشگاه معتبر

املاحی که در آب مورد استفاده برای خنک کردن لوله های ساتلایت وجود دارد ناشی از دومنشاء اصلی می باشد:

- املاحی که در آب ورودی شرکت می باشد.

- املاحی که بعداً از محیط وارد آب می گردد.

برای از بین بردن املاح و جلوگیری از تشکیل لایه رسوب ، ابتدا بایستی منشاء رسوب دقیقاً تعیین گردد. که آیا این املاح فقط ناشی از املاح اولیه است که در آب بوده و یا املاح وارد شده از محیط هم تاثیر دارند و میزان تاثیر هر کدام چه میزان می باشد.

بایستی نمونه هایی از آب ورودی به استخر ، آب خروجی از لوله های آب پاش ، رسوب داخل استخر و رسوب تشکیل شده بر روی ساتلایت ، برای تعیین دقیق مشخصات مورد نیاز به یک آزمایشگاه معتبر فرستاده شود .

سپس بایستی بررسی و تعیین گردد که منشاء این املاح از کجاست ؟

اگر در تشکیل لایه رسوب فوق ، تنها املاح موجود در آب اولیه نقش داشته باشد . در این صورت می توان از روشهای زیر استفاده کرد:

1- استفاده از آب با املاح کمتر و یا آب بدون املاح در صورت امکان

2- استفاده از دستگاه فیلتراسیون آب.

استفاده از دستگاه و روش فیلتراسیون مناسب پس از آنالیز شیمیایی و بررسی نتایج آزمایش امکان پذیر می باشد. اما چنانچه پس از بررسی مشخص گردد که املاحی که از محیط وارد آب می گردد تاثیر عمده ای بر تشکیل رسوب دارد. استفاده از دستگاه فیلتراسیون ممکن است به تنهایی کافی نباشد و تا آنجا که امکان دارد بایستی از ورود املاح محیط به آب جلوگیری گردد.

پس از بررسی ها و تحقیقات اولیه راجع به انواع دستگاه فیلتراسیون صنعتی آب ، به این نتیجه رسیدیم که برای انتخاب و خرید دستگاه فیلتراسیون صنعتی آب نیاز به آزمایش بر روی حداقل چند نمونه آب و تعیین دقیق مشخصات آب مصرفی می باشد .

پس از بررسی شرایط مشخص گردید حداقل آزمایشات مورد نیاز عبارت اند از :

- تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه آب اولیه مصرفی

- تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه آب ورودی به استخر آب ساتلایت

آب ورودی به استخر همان آب خنک کاری یاتاقانها نیز می باشد که پس از خنک کردن یاتاقانهای کوره وارد به استخر آب ساتلایت ریخته می شود. با داشتن مشخصات نمونه آب فوق می توان تعیین کرد که در مسیر خنک کاری یاتاقانها ، چه تغییری در نوع و میزان ترکیبات موجود در آب رخ می دهد.

- تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه آب خروجی از استخر آب ساتلایت

آب خروجی از استخر همان آب مورد استفاده جهت خنک کاری ساتلایتها می باشد .

پس از تعیین مشخصات نمونه فوق به نتایج مهم ذیل خواهیم رسید:

الف_ عبور آب از استخر چه تاثیری در نوع و میزان ترکیبات موجود در آب دارد؟

ب_ رسوب تشکیل شده بر روی لوله ساتلایت چه ارتباطی با آب خنک کاری لوله های ساتلایت دارد؟

- تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه رسوب روی لوله ساتلایت

با تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه رسوب روی لوله ساتلایت می توان مشخص کرد که دستگاه فیلتراسیون مورد نیاز بایستی قادر به جدا کردن کدام ترکیبات باشد .

مشخصات فوق برای تعیین نوع دستگاه فیلتراسیون بسیار ضروری می باشد.

- تعیین نوع و میزان ترکیبات موجود در نمونه رسوب داخل استخر آب ساتلایت

برای اینکه تعیین کنیم رسوب داخل استخر چه ارتباطی با تغییر مشخصات آب ورودی به استخر و آب خروجی به استخر دارد ، نیاز به این آزمایش داریم .

❖ بررسی نتایج آزمایشات انجام شده

این مرحله از پروژه که یکی از مهمترین مراحل می باشد ، بررسی و مقایسه نتایج آزمایش می باشد .

در جدول ذیل نتایج آزمایشات نمونه های مختلف آب را باهم مقایسه می کنیم :

اختلاف آب خروجی استخر با آب ورودی استخر	اختلاف آب خروجی با آب اولیه	آب خروجی استخر	اختلاف آب ورودی با آب اولیه	آب ورودی استخر	نمونه آب اولیه	
141	146	537	5	396	391	TDS(mgr/lit) (میزان مواد محلول)
0	0	284	0	284	284	قلیائیت متیل اورانژی (میلی گرم بر لیتر)
0	12	280	12	280	268	سختی کل (میلی گرم بر لیتر)
127.5	129	193	1.5	65.5	64	یون سولفات (میلی گرم بر لیتر)
6.5	6.5	49	0	42.5	42.5	یون کلر (میلی گرم بر لیتر)
10	10	10	0	0	0	قلیائیت فنل فتالینی (میلی گرم بر لیتر)

پس از بررسی جدول فوق به نتایج مهم ذیل می‌رسیم :

1- میزان TDS در آب ورودی به استخر و آب خروجی از استخر اختلاف فاحشی دارد . به طوریکه میزان TDS در آب خروجی از استخر به میزان 141 میلی گرم برلیتر بیشتر از میزان TDS در آب خروجی استخر می‌باشد (0.36% افزایش TDS) .

با توجه به اینکه در داخل استخر واکنش فیزیکی و شیمیایی خاصی انجام نمی‌گیرد ، تنها عامل این میزان افزایش در مقدار TDS در آب خروجی از استخر نسبت به آب ورودی استخر ، حل شدن میزانی از رسوب داخل استخر در آب می‌باشد.

توجه مهم :

با توجه به اینکه میزان TDS یکی از معیارهای اصلی خرید دستگاه فیلتراسیون بوده و نسبت مستقیم با قیمت دستگاه دارد ، بایستی محیط و داخل استخر تا آنجاکه ممکن است تمیز باشد که تا حد ممکن میزان TDS آب ورودی و خروجی استخر یکی باشد.

2- یون سولفات در آب خروجی از استخر به میزان 127.5 میلی گرم بر لیتر نسبت به یون سولفات در آب ورودی استخر بیشتر است . (1.95 درصد افزایش یون سولفات) .

با توجه به خاصیت خوردندگی یون سولفات ، باید توجه داشت که این افزایش نیز مانند افزایش TDS ناشی از عبور آب از استخر بوده و می‌توان با پاکسازی مداوم محیط میزان یون سولفات را در آب ورودی و خروجی استخر یکسان نمود .

3- یون کلر در آب خروجی از استخر به میزان 6.5 میلی گرم بر لیتر از میزان یون کلر در آب ورودی استخر بیشتر است .

با توجه به خاصیت خوردندگی یون کلر ، باید توجه داشت که این افزایش نیز مانند موارد قبلی ، ناشی از عبور آب از استخر بوده و می‌توان با پاکسازی محیط میزان یون کلر را در آب ورودی و خروجی استخر یکسان نمود .

4-پیدایش قلیانیت فنل فتالیننی به میزان 10 میلی گرم بر لیتر که در آب اولیه موجود نبود. قلیانیت فنل فتالیننی همان قلیانیت ساده می‌باشد که به علت وجود OH^- یا CO_3^{2-} است. این افزایش نیز مانند موارد قبلی ، ناشی از عبور آب از استخر بوده و می‌توان با پاکسازی محیط میزان قلیانیت فنل فتالیننی را در آب ورودی و خروجی استخر یکسان نمود .

توجه مهم :

در هر چهار مورد مشاهده گردید که میزان درصد ترکیبات فوق پس از عبور از استخر آب ساتلایت به میزان قابل توجهی افزایش می‌یابد . و با توجه به اینکه مشخصات فوق با قیمت دستگاه فیلتراسیون نسبت مستقیم دارد ، بهترین فعالیت ممکن چه با استفاده از دستگاه فیلتراسیون ، چه بدون استفاده از آن ، پاکسازی مداوم محیط و داخل استخر می‌باشد به نحوی که درصد املاح آب حین گذر از استخر اضافه نگردد.

جدول ذیل نتایج آزمایشات تعیین مشخصات رسوب روی لوله ساتلایت و رسوب داخل استخر را مقایسه می کنیم:

رسوب داخل استخر	رسوب لایه ساتلایت	ترکیب (درصد)
47.5	47.3	CaO
32.76	35.58	L.O.I
7.2	6.8	Mgo
6.4	4.8	SiO ₂
4.22	4.14	SO ₃
0.58	0.7	SrO
1.07	0.54	Fe ₂ O ₃
0.057	0.041	MnO
0.021	0.024	Cl
0.053	0.019	TiO ₂
0.008	0.018	Cr ₂ O ₃
0.036	0.014	K ₂ O
0.011	0.012	ZrO ₂
0.016	0.009	BaO
0.013	0.0088	ZnO
0.004	0.006	Ho ₂ O ₃
0.012	0.0059	P ₂ O ₅
0.0065	0.0033	NiO
0.0046	0.0028	CuO
0.003	0.0021	V ₂ O ₅
0.097	0	AL ₂ O ₃
0.003	0	Lu ₂ O ₃
0.005	0	La ₂ O ₃

توجه:

Loss of Ignition که اختصاراً به آن L.O.I می گویند به معنای کاهش وزن در اثر حرارت می باشد.

پس از بررسی نتایج آزمایش فوق مشاهده می گردد :

1- تمامی ترکیبات موجود در رسوب ، ناشی از املاح موجود در آب می باشد . که در اثر حرارت لوله ساتلایت ، آب مورد استفاده در سیستم خنک کاری آب ساتلایها تبخیر شده و املاح موجود در آب به صورت لایه رسوب بر روی لوله ساتلایت تشکیل می گردد .

2- ترکیبات رسوب داخل استخر مانند ترکیبات رسوب روی لوله ساتلایت می باشد. که این امر نشان می دهد که رسوب داخل استخر همان رسوب روی لایه ساتلایت می باشد .

توجه :

با توجه به اینکه ترکیبات تشکیل دهنده رسوب ، می توانند دوباره در سیکل آب حل گردند . یکی از راه حل های جلوگیری از افزایش ترکیبات توضیح داده شده در بالا، پاکسازی مداوم رسوبات داخل استخر در اولین فرصت ممکن می باشد . اما برای جلوگیری از تشکیل کامل رسوب بایستی از دستگاه فیلتراسیون مناسب استفاده گردد.

❖ بررسی نیاز یا عدم نیاز به دستگاه فیلتراسیون آب

پس از تحقیق راجع به ترکیبات موجود در آب و بررسی نتایج آزمایش به این نتیجه می رسم که استفاده از دستگاه فیلتراسیون به دلایل ذیل ضروری می باشد :

1- جلوگیری از کاهش راندمان حرارتی ناشی از تشکیل لایه رسوب

با تشکیل لایه رسوب از میزان تبادل حرارتی بین لوله ساتلایت و آب خنک کاری کاسته می شود . ولی میزان دقیق کاهش تبادل حرارت را ، به دلیل موجود نبودن آزمایش تعیین مشخصات گرمایی رسوب نمی توان تعیین کرد .

2- کاهش میزان و سرعت خوردگی در سیستم خنک کاری

بعضی از ترکیبات موجود در آب خاصیت خوردگی دارند . این موضوع به خصوص در لوله های انتقال آب به سرعت اتفاق می افتد .

3- جلوگیری از گرفتگی در مسیر لوله های آب خنک کاری

تشکیل رسوب در داخل لوله های انتقال آب خنک کاری ، باعث گرفتگی لوله های انتقال آب شده و از میزان دبی آب خنک کن لوله ها می کاهد و بالطبع تبادل حرارتی پایین می آید . همچنین گرفتگی لوله های فوق باعث می گردد که فاصله زمانی نیاز به تعویض لوله ها کاهش یابد .

❖ بررسی موارد مورد نیاز جهت خرید دستگاه فیلتراسیون صنعتی مناسب

توجه : پس از بررسی اطلاعاتی که از چند شرکت فروشنده دستگاه فیلتراسیون صنعتی آب بدست آمد ، برای خرید دستگاه فیلتراسیون ، مهم ترین پارامتر میزان دبی آب سیکل می باشد.

دبی آب مورد نیاز، قبلاً در طی انجام پروژه ای توسط مرکز تحقیق و توسعه انجام گردیده است که از نتایج آن در این پروژه استفاده می گردد.

دبی آب : $64.44 \text{ m}^3/\text{h}$ یا $1546.56 \text{ m}^3/\text{day}$ می باشد.

مشخصات مورد نیاز برای خرید دستگاه فیلتراسیون آب صنعتی بایستی شامل موارد عنوان شده در جدول ذیل باشد.
مشخصات آب:

مقدار	مشخصه مورد آزمایش	مقدار	مشخصه مورد آزمایش
0.32	غلظت Fe (ppm)	537	TDS(mgr/lit)
0.01	غلظت Pb (ppm)	284	قلیائیت متیل اورانژی (میلی گرم بر لیتر)
0.02	غلظت Zn (ppm)	280	سختی کل (میلی گرم بر لیتر)
0.03	غلظت Mn (ppm)	193	یون سولفات (میلی گرم بر لیتر)
0.01	غلظت Cu (ppm)	49	یون کلر (میلی گرم بر لیتر)
0.02	غلظت Cr (ppm)	10	قلیائیت فنل فتالینی (میلی گرم بر لیتر)

با مشخص شدن نوع املاح و دبی آب ، با شرکتهای مختلف جهت خرید دستگاه فیلتراسیون مذاکره شد .

باید به این نکته مهم توجه داشته باشیم هدف از خرید دستگاه فیلتراسیون آب ، حذف کامل رسوب می باشد و بایستی شرکت فروشنده دستگاه فیلتراسیون تعهد و تضمین کافی را جهت رسیدن به این هدف بدهد.

نتیجه گیری:

با پاکسازی مداوم محیط و آب داخل استخر تا حدود زیادی از درصد املاح موجود در آب خنک کاری لوله های ساتلایت کاهش می یابد و بالطبع سرعت تشکیل رسوب نیز کاهش می یابد. اما برای جلوگیری کامل از تشکیل رسوب ، بایستی از دستگاه فیلتراسیون متناسب با آب سیستم خنک کاری استفاده گردد.

منابع:

- نتایج آزمایش آب و رسوب از آزمایشگاه رازی
- پروژه بررسی عملکرد و راندمان خنک کن گوشواره ای و بررسی جایگزینی آب به وسیله هوا
- مهندس گرجی - مرکز تحقیق و توسعه سیمان آبیگ-1373
- اصول تصفیه آب و پسابهای صنعتی - دکتر محمد چالکش امیری

مشخصات تماس:

Email : e.davodi@yahoo.com
Tel:09194910399