

انتخاب سختی گیر مناسب برای بویلر

سختی آب

به مواد محلول در آب از جمله منیزیم، کلسیم، آهن، و... سختی می گویند. آب سخت در سیستم‌های تاسیساتی باعث ایجاد رسوب در بویلرها، مبدل‌های حرارتی، لوله و ... می‌شود.

جدول محدوده سختی آب

نوع آب	mg/l or PPM	گرین بر گالن
نرم	<17.0	<1.0
تا حدی نرم	17.1-60	1.0-3.5
کمی سخت	60-120	3.5-7.0
سخت	120-180	7.5-10.5
خیلی سخت	>180	>10.5

جدول سختی آب شهرها

شهر	سختی آب PPM
ایلام	233.4
سنندج	159.3
بوشهر	558.5
ساری	412.7
بیرجند	298.8
رشت	382.8
شهرکرد	277.3
ارومیه	57.4
اراک	359.2

571.1	سمنان
227.6	تبریز
212.9	کرمانشاه
367.1	گرگان
278.8	مشهد
419.9	اردبیل
443.7	قم
193.1	همدان
554.6	بجنورد
135.0	قزوین
371.6	اهواز
281.7	کرمان
874.7	زاهدان
468.0	شیراز
233.4	اصفهان

سختی گیر رزینی

برای کاهش سختی می‌توان از سختی گیرهای رزینی استفاده کرد.

آب شهر، که حاوی یون‌های کلسیم و منیزیم بوده درون بویلر گرم شده و مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگر آب را از یون‌های موجود پاک نکنیم باعث ایجاد رسوب در بویلر شده؛ در نتیجه

تاسیسات

سیکل احیا و شستشو

باید در نظر داشت حجم رزین، ابعاد سختی گیر (مانند قطر و ارتفاع) و جنس بدنه از مشخصات اصلی یک سختی گیر می‌باشد. سازندگان معمولاً مشخصات کلی شامل دبی آب سرویس، دبی احیا و دبی شستشوی سریع را ارائه می‌دهند که بر اساس آن‌ها می‌توان حجم رزین را محاسبه نمود.



سختی گیر های شرکت پاکمن

محاسبه ظرفیت سختی گیر

$$\text{water softener capacity (grain)} = \frac{\text{Flow rate (gpm)} \times \text{Washing cycle (min)} \times \text{Water hardness (ppm)}}{17.1}$$

ظرفیت سختی گیرهای شرکت پاکمن از رابطه بالا محاسبه می‌شود اما از لحاظ نگارنده این رابطه برای تمامی سختی گیرها قابل تعمیم است.

در این رابطه داریم:

ظرفیت (WATER SOFTENER CAPACITY) GRAIN:

سختی گیر که به GRAIN است.

(FLOW RATE) GPM: دبی آب در گذر از سختی گیر (روش

های محاسبه آن در پایین توضیح داده شده)

(WASHING CYCLE) MIN: زمان تا احیا مجدد رزین

سختی گیر (از ۸ ساعت تا ۶ روز)

(WATER HARDNESS) PPM: سختی آب ورودی به

سختی گیر

انتقال حرارت را به شدت کاهش می‌دهد؛ با سختی گیر رزینی این سختی را، پیش از ورود به بویلر از بین می‌برند. در بویلرهای بخار آب وارد شده به بخار تبدیل می‌شود و مورد استفاده قرار می‌گیرد. درصدی از این آب کندانس شده و در سیکل بسته مجدداً به بویلر باز گردانده می‌شود و بقیه آن با آب ورودی جایگزین می‌شود. بویلرهای آبگرم معمولاً در یک سیکل بسته کار می‌کنند و آب همیشه در گردش است و تنها میزانی از آب هدر رفته از اتصالات، درزها و ... باید جبران شود (که به آن، آب جبرانی گفته می‌شود) و یا در زمان راه‌اندازی؛ سیستم باید آبیگری شود. در هر دو حالت نیاز است تا سختی آب ورودی به بویلر نزدیک به صفر باشد تا از ایجاد رسوب جلوگیری شود. سختی گیرهای رزینی، با سختی گیرهای تبادل یونی، رایج‌ترین انواع سختی گیر در بازار هستند. تنها راه‌حل برای نرم کردن آب سخت، پاک کردن مواد معدنی (از جمله کلسیم و منیزیم)، از آب می‌باشد. تنها سختی گیرها تبادل یونی و برخی روش‌های فیلترینگ دیگر، این کار را انجام می‌دهند گیرها به صورت اتوماتیک، نیمه اتوماتیک و دستی در بازار موجود می‌باشند که رایج‌ترین آن‌ها سختی گیرهای نیمه اتوماتیک است.

سختی گیرهای رزینی در برخی مصارف به صورت دابلکس خریداری شده تا در زمان احیا و بک واش سیستم یکی از آن‌ها به عنوان رزرو عمل کند.

طرز کار سختی گیر رزینی

سختی گیرهای تبادل یونی بر اساس جایگزینی یون‌های سخت منفی در آب سخت، با اتم‌های سدیم مثبت، که در رزین سختی گیر، وجود دارد، کار می‌کند. این رزین‌ها بایستی بطور متناوب احیاء و بک واش (BACK WASH) گردند.

احیا سختی گیر با عبور دادن آب‌نمک، از رزین طی مدت زمان معینی صورت می‌گیرد.

انتخاب سختی گیر

پارامترهای مهم در انتخاب سختی گیر مناسب

سختی آب ورودی بر حسب PPM

دبی آب ورودی به سختی گیر

نوع و ظرفیت رزین

تاسیسات

در ساختمانی ۱۰ طبقه در شهر تهران بارهای حرارتی را محاسبه و بویلر یک میلیون کیلوکالری بر ساعت مدل PHWB-۱۰۰ شرکت پاکمن را انتخاب نموده‌ایم. با این دانایی که سختی آب تهران ۲۰۰ PPM و زمان احیا ۱ روز باشد، بدست آورید:

الف - ظرفیت سختی گیر

ب - حجم رزین

$$Q_t = 1,000,000 \text{ Kcal / h}$$

$$V \text{ gpm} = \frac{Q_t (\text{Kcal/h})}{2500} = \frac{1,000,000}{2500} = 400 \text{ gpm}$$

400 gpm → Makeup water = 400 × 0.2 = 8 gpm

میزان آب جبرانی سیستم ۲٪ در نظر گرفته شده‌است. ظرفیت سختی گیر

$$\text{water softener capacity (grain)} = \frac{8 (\text{gpm}) \times 24 \times 60 (\text{min}) \times 200 (\text{ppm})}{17.1} = 134000 \text{ grain}$$

با این ظرفیت وارد کاتالوگ پاکمن شده و سختی‌گیر مدل PWS-40 A انتخاب می‌کنیم.

حجم رزین

از روی کاتالوگ شرکت پاکمن مشاهده می‌شود که حجم رزین مورد نیاز برای این سختی‌گیر در حدود ۶ FT³ معادل ۱۷۰ LIT است.

انتخاب سختی‌گیر برای بویلر بخار

در انتخاب سختی‌گیر رزینی مناسب برای بویلر بخار مراحل زیر باید طی شود:

مرحله ۱: تعیین ظرفیت بویلر

مرحله ۲: مشخص کردن ساعات عمل کرد بویلر

مرحله ۳: مشخص کردن سختی آب

مرحله ۴: دبی آب کندانس برگشتی و تعداد بلودان‌ها

مرحله ۵: مشخص کردن ساعات مورد نیاز تا احیا مجدد سختی‌گیر

محاسبه حجم رزین

برای محاسبه حجم رزین مورد نیاز برای سختی‌گیر انتخاب شده می‌توان از رابطه زیر ظرفیت سختی‌گیر را به ظرفیت (چگالی) رزین تقسیم کرد.

$$V \text{ R (ft}^3\text{)} = \frac{M (\text{Grain})}{R (\frac{\text{Gr}}{\text{ft}^3})}$$

GPM (GRAINS PER = 17.1 PPM OR MG/L DIVIDED BY (GALLON

VR: حجم رزین

R: ظرفیت رزین

ظرفیت (چگالی) رزین‌های موجود در بازار در حدود تا

۳۰۰۰۰ - ۴۰۰۰۰ GR/FT³ می‌باشد.

میزان رزین مورد نیاز برای سختی‌گیرهای شرکت پاکمن در کاتالوگ سختی‌گیر ذکر شده‌است و دیگر نیازی به محاسبات نیست.

انتخاب سختی‌گیر برای بویلر آب گرم در سیکل بسته

برای انتخاب سختی‌گیر مناسب بویلر آب گرم فولادی که ظرفیت آن مشخص است باید مراحل زیر را طی کرد:

مرحله ۱: تعیین ظرفیت بویلر

مرحله ۲: محاسبه دبی تقریبی ورودی به بویلر با استفاده از فرمول زیر:

$$V \text{ gpm} = \frac{Q_t (\text{Kcal/h})}{2500}$$

برای انتخاب سختی‌گیر مناسب بویلر آب گرم فولادی که ظرفیت آن مشخص است باید مراحل زیر را طی کرد:

مرحله ۱: تعیین ظرفیت بویلر

مرحله ۲: محاسبه دبی تقریبی ورودی به بویلر با استفاده از فرمول زیر:

مثال انتخاب سختی‌گیر برای بویلر آبگرم

تاسیسات

مرحله ۶: محاسبه دبی بیشینه
مرحله ۷: محاسبه ظرفیت سختی گیر از روی فرمول

۱۵۰۰ KG/H آب ورودی به بویلر باید به GPM تبدیل شود که تقریباً برابر است با ۶ GPM
مرحله ۷: حال با در دست داشتن این اطلاعات و از روی فرمول محاسبه ظرفیت سختی گیر داریم:

$$\text{water softener capacity (grain)} = \frac{\text{Flow rate (gpm)} \times \text{Washing cycle (min)} \times \text{Water hardness (ppm)}}{17.1}$$

$$\text{water softener capacity (grain)} = \frac{6 \text{ (gpm)} \times 72 \times 60 \text{ (min)} \times 350 \text{ (ppm)}}{17.1} = 530,526 \text{ (Grain)}$$

و از روی این عدد برای بویلر بخار یک عدد سختی گیر دوپلکس GRAIN ۵۵۰,۰۰۰ یا همان PWS-75 انتخاب می‌کنیم. دبی شستشوی این سختی گیر ۲۷ GPM می‌باشد.

راه‌اندازی و نگهداری سختی‌گیرهای رزینی عملیات مقدماتی سختی‌گیر

- پس از استقرار دستگاه در محل مورد نظر:
- لوله‌های آب ورودی و خروجی دستگاه را به سیستم وصل کنید.
 - پس از باز کردن درب درپچه دسترو یا فلنج بالای مخزن، با سیلیس و رزین کاتیونی بستر سازی کرده و سپس درپچه دسترو یا فلنج را محکم ببندید.
 - تانک نمک (حاوی محلول آب و نمک با غلظت مناسب) را زیر لوله آب نمک دستگاه قرار دهید.

نمونه پروژه حل شده انتخاب سختی‌گیر برای بویلر بخار

بویلر بخاری به ظرفیت ۳ TON/H مورد نیاز یک کارخانه که در روز ۸ ساعت در حال کار است را در نظر بگیرید.
۵۰٪ آب این بویلر کندانس شده و به سیستم باز گردانده می‌شود و ۵۰٪ مابقی در خط مورد استفاده قرار می‌گیرد.
کارخانه در اطراف تهران است و سختی آب آن در بیشترین حالت ۳۵۰ PPM است.

ظرفیت سختی‌گیر مناسب برای این بویلر را بدست‌آورید.
مرحله ۱: برای بویلر بخار مذکور ظرفیت 3ton/h به معنی ۳۰۰۰ KG/H پیک مصرف آن می‌باشد.
مرحله ۲: ساعات عمل کرد آن ۸ ساعت در روز است. پس برای مثال اگر ساعات بین هر احیا برای سختی‌گیر را ۳ روز در نظر بگیریم این بویلر در مدت ۹ روز کاری، به ۷۲ ساعت کار سختی‌گیر نیاز دارد و در حقیقت هر ۹ روز یک بار باید احیا شود ولی در محاسبه سختی‌گیر همان ۷۲ ساعت در نظر گرفته می‌شود.

مرحله ۳:

سختی آب: ۳۵۰ PPM

مرحله ۴:

دبی آب کندانس برگشتی از بویلر که ۵۰ درصد است بدین معنی است که نیازی به سختی‌گیری مجدد ندارد و تنها ۵۰ درصد باقی مانده باید سختی‌گیری شود و برای بویلر بخار ۳ تن بر ساعت مذکور ۱۵۰۰ KG/H آب، باید مجدداً تغذیه گردد.
در صورت ذکر شدن میزان بلودان هم باید کیلوگرم آب بلودان شده را به این عدد اضافه کرد.

مرحله ۵:

زمان بین هر احیا همان‌طور که ذکر شد ۷۲ ساعت در نظر گرفته می‌شود.

مرحله ۶:

محاسبه دبی بیشینه از روی دبی کندانس و دبی بلودان می‌باشد که در اینجا همان ۱۵۰۰ KG در نظر گرفته می‌شود.

الف) راه اندازی

۱. ابتدا تمامی شیرها را بسته و شیر هواگیری دستگاه را باز کنید.
۲. دسته شیر سولو (SOLO VALVE) را در وضعیت (RUN) قرار دهید.
۳. شیر شماره ۱ (ورودی) را باز کنید. در این حالت مخزن دستگاه به تدریج پر از آب می‌گردد.
۴. به محض خروج آب از لوله هواگیری، شیر هواگیری را ببندید.
۵. شیر شماره ۲ (خروجی) را باز کنید. بدین ترتیب دستگاه آماده بهره‌برداری و تصفیه آب است.

نکته ۱: در حین بهره‌برداری از دستگاه سختی‌گیر، اطمینان حاصل کنید که فشار نسبی داخل مخزن بین (۱,۷-۲,۵) بار باشد. اگر فشار داخل مخزن کمتر از (۱,۷) بار باشد، در آب‌بندی شیر سولو و مکش آب نمک اختلال ایجاد خواهد شد. همچنین در فشارهای بالا ممکن است قطعات شیر سولو صدمه ببینند. در هر حال بهره‌برداری از شیر سولو در فشارهای بالا تر از (۲,۵) بار به هیچ وجه توصیه نمی‌گردد.

ب) احیا کردن رزین سختی‌گیر با محلول آب و نمک

۱. ابتدا شیر شماره ۱ تا ۴ را ببندید.
۲. سپس دسته شیر سولو را در وضعیت (REGEN) قرار دهید.
۳. شیر شماره ۵ و ۶ را باز کنید تا محلول آب و نمک وارد سیستم شود. اگر درپوش برنجی روی نازل نمک را که به همین منظور در پشت شیر سولو و در کنار لوله تخلیه تعبیه شده‌است، باز کنید، به کمک پیچ گوشتی مناسبی می‌توانید میزان مکش را تنظیم نمایید.
- پس از گذشت مدت لازم مرحله بعدی یعنی شستشوی رزین با آب را انجام دهید.

ج) شستشوی رزین با آب

۱. ابتدا تمامی شیرها را ببندید.

۲. دسته شیر سولو را در وضعیت (WASH) قرار دهید.
 ۳. شیر شماره ۱ و ۷ و ۶ (شیرهای ورودی و تخلیه) را باز کنید. در این حالت آب از سمت پایین ستون رزین به داخل مخزن دستگاه وارد شده و از بالای آن خارج می‌گردد. (درست عکس مسیر تصفیه)
 ۴. حدود ۲۰ دقیقه صبر کنید تا کل رزین موجود در داخل مخزن دستگاه شسته شده و محلول آب و نمک از آن تخلیه گردد.
 ۵. آن گاه کلیه شیرها را ببندید و شیر شماره ۱ و ۲ را باز کنید.
 ۶. سپس دسته شیر سولو را در وضعیت (RUN) قرار دهید. در این حالت دستگاه مجدداً آماده کار است.
- توجه داشته باشید که رزین‌ها را با آب نرم بشویید تا نمک آن تخلیه شود.

۲۷



تاسیسات

محاسبات سرانگشتی سختی گیر شرکت پاکمن برای سیستم تاسیساتی با بویلر آبگرم مرکزی

مفروضات:

آب شهر با سختی ۴۰۰.

میزان آب جبرانی سیستم تاسیسات ۴ درصد.

مدت زمان بین هر احیا ۲۴ ساعت.

مدل بویلر	ظرفیت بویلر	دبی حدودی ورودی	ساعات بین احیا	سختی آب	ظرفیت سختی گیر	ظرفیت نزدیک ترین سختی گیر پاکمن	مدل سختی گیر
PHWB-10	100,000	40	24	400	53,895	78000	PWS-30
PHWB-20	200,000	80	24	400	107,789	110000	PWS-40-B
PHWB-30	300,000	120	24	400	161,684	170,000	PWS-50-C
PHWB-40	400,000	160	24	400	215,579	220,000	PWS-50-A
PHWB-50	500,000	200	24	400	269,474	250,000	PWS-55
PHWB-60	600,000	240	24	400	323,368	350,000	PWS-60
PHWB-70	700,000	280	24	400	377,263	350,000	PWS-60
PHWB-80	800,000	320	24	400	431,158	550,000	PWS-75
PHWB-90	900,000	360	24	400	485,053	550,000	PWS-75
PHWB-100	1,000,000	400	24	400	538,947	550,000	PWS-75

