

# Industrial water reuse

- تستخدم المياه المعالجة في الصناعات للأغراض التالية :
- لأغراض التبريد .
- للبوليرات .
- العمليات الانتاجية .
- ارواء الاراضي المحيطة بالمنطقة الصناعية .

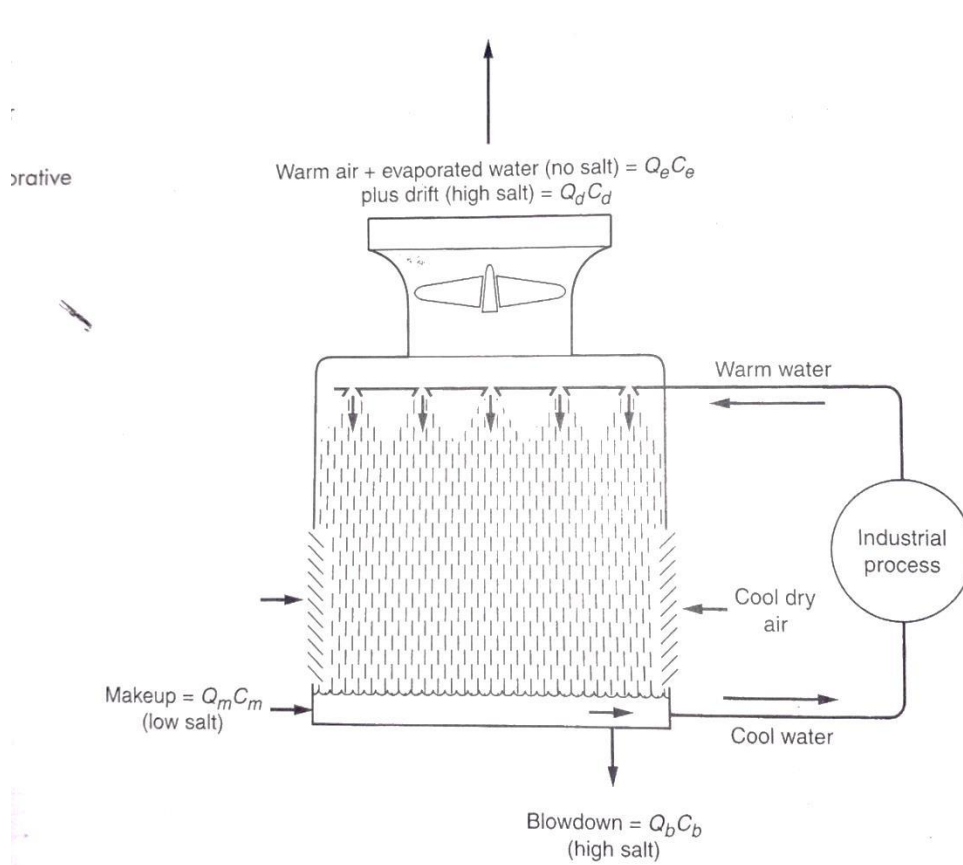
## أنظمة مياه التبريد Cooling water system

ان استخدام المياه المعالجة لأغراض التبريد يمثل الاستخدام الأكثر عن باقي الاستخدامات نسبة للمياه المعالجة حيث يشكل **تقريبا نصف كمية الماء المعالج المستخدم من مجموع الماء المعالج الكلي** .

برج التبريد يعمل بالنظام المغلق ضمن مجموعة منفصلة بحد ذاتها وبمواصفات لنوعية المياه خاصة بها ايضا وحسب نوع الصناعة . غالبا تجرى عدة معالجات على المياه قبل **ان تدخل ابراج التبريد لمنع التكلس والتآكل والانسداد** حيث تجري عليها **عمليات تيسير الماء بواسطة النورة او الصودا الكاوية وكذلك عملية الترشيح ثم الكلورة**

# Water and salt balance in cooling tower

- فيما يلي مخطط مبسط يمثل تدوير المياه المعالجة ضمن النظام المغلق



**Total makeup water includes= vapor loss+ drift+ blow down**

$$Q_m = Q_b + Q_d + Q_e$$

$Q_m$ = Makeup water flow الماء الذي يضاف لتعويض المياه المفقودة خلال عملية التبخير

$Q_b$ = blow down flow

الماء الذي يتم اهداره عمداً من برج التبريد لتجنب تركيز الشوائب اثناء التبخير

$Q_d$ = drift flow

الماء المفقود من اعلى البرج (تنطير قطرات من المياه اثناء تدوير المياه وتخرج مع تيارات الهواء) وتقدر المياه المفقودة بحدود 0.005 %

$Q_e$  = evaporation flow

كمية المياه المتبخرة المفقودة والتي تقدر بحوالي 1.2% لكل 5.5 درجة مئوية

Since  $Q_d$  is so small is less than ( 0.005%), it is deleted

The salt balance in cooling tower is

$$Q_m C_m = Q_b C_b + Q_d C_d + Q_e C_e$$

$C_m$  = concentration of salt in makeup water (mg/l)

$C_b$ = concentration of salt in blow down water (mg/l)

$C_d$ = concentration of salt in drift water (mg/l)

$C_e$ = concentration of salt in evaporation water (mg/l)

For  $Q_d = 0$ , -----  $Q_d C_d = 0$

And for  $C_e = 0$ , -----  $Q_e C_e = 0$

$$Q_m C_m = Q_b C_b$$

$$C_b = (Q_m / Q_b) * C_m$$

Let  $N$ =number of cycles of concentrations

$$C_b = N * C_m , \quad N = C_b / C_m$$

$N$  : هو نسبة تركيز الاملاح للمياه الخارجة الى تركيزها في المياه الداخلة وهي تساوي نسبة تصريف الماء الداخل الى تصريف الماء الخارج في النظام المغلق.

**ملاحظة :** اذا كانت عدد الدورات  $N$  من 3 الى 7 فإن المواد الصلبة المذابة الكلية

**TDS** سوف **تترسب مسببة تكلس** ولهذا يضاف حامض الكبريتيك  $H_2SO_4$  لتحويل

ايونات الكالسيوم والمغنيسيوم الى مواد اكثر ذوبانية

ولكن يجب ان يحسب كمية الحامض لإبقاء الدالة الحامضية pH اكبر من 7 ولا يحدث تآكل في الانابيب .

## مثال حول تقدير كمية الحامض المضاف في نظام التبريد المغلق

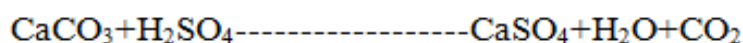
مياه معالجة تمتلك الخصائص التالية تدخل الى ابراج التبريد احسب مواصفات الماء الخارج blow down اذا كانت عدد الدورات = 5 . افترض ان درجة حرارة الماء الحار الخارج 50 درجة مئوية وان ذوبانية كبريتات الكالسيوم هي 2200 mg/l عند هذه الدرجة :

Total hardness as $\text{CaCO}_3$	118
Ca as $\text{CaCO}_3$	85
Mg as $\text{CaCO}_3$	33
Total Alkalinity as $\text{CaCO}_3$	90
$\text{SO}_4$	20
Cl	19
$\text{SiO}_2$	2

**Solution:**

	initial	final
Total hardness as $\text{CaCO}_3$	118	$118 \times 5 = 590$ الحسرة الكلية
<b>Total Alkalinity as <math>\text{CaCO}_3</math></b>	<b>90</b>	<b><math>90 \times 5 = 450</math></b>
نبيقي 10% من القاعدية حتى نتجنب حدوث التاكل		<b><math>450 \times (10\%) = 45</math></b> <b><math>450 - 45 = 405</math></b>
$\text{SO}_4$	20	<b><math>20 \times 5 = 100</math></b>
تحويل القاعدية كاربونات الكالسيوم الى كبريتات		$405 \times 96/100 = 389$
كمية الكبريتات الكلية		$389 + 100 = 489$
Cl	19	$19 \times 5 = 95$
$\text{SiO}_2$	2	$2 \times 5 = 10$
Ca	85	$85 \times 5 = 425$
Mg	33	$33 \times 5 = 165$

يجب ايجاد كمية حامض الكبريتك الذي يجب ان يضاف مع المياه المدورة لتحويل كاربونات الكالسيوم (القاعدية) الى كبريتات الكالسيوم لإيجاد تركيز الحامض في الماء المدور



$$100 + 98 \text{-----} 136$$

$$1) \text{ Total alkalinity} = 90 \times 5 = 450 \text{ mg/l}$$

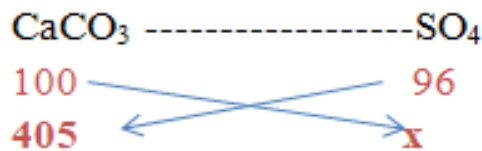
ملاحظة : لتجنب حدوث التاكل يجب ان نبيقي 10% من القاعدية كما يلي

$$2) 10\% \times 450 = 45 \text{ mg/l}$$

اذن قاعدية كاربونات الكالسيوم الواجب تحويلها الى كبريتات الكالسيوم عن طريق اضافة حامض الكبريتك هي كالتالي :

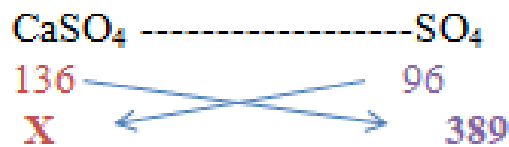
$$3) \underline{450 - 45 = 405 \text{ mg/l}}$$

اذن كمية الكبريتات الواجب اضافتها لتحويل قاعدية كاربونات الكالسيوم الى كبريتات الكالسيوم كالتالى:



$$\text{X (SO}_4\text{)} = 389 \text{ mg/l}$$

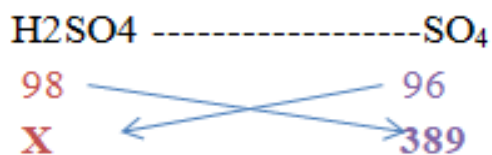
اذن كمية كبريتات الكالسيوم الناتجة من اضافة حامض الكبرتيك (الكبريتات) لتحويل قاعدية كاربونات الكالسيوم الى كبريتات الكالسيوم كالتالى:



$$\text{X (CaSO}_4\text{)} = 551 \text{ mg/l (added)}$$

المطلوب :

ثم نقوم بتقدير كمية حامض الكبرتيك (مصدر الكبريتات) الواجب اضافته للتخلص من قاعدية كاربونات الكالسيوم المسبب للتكلس

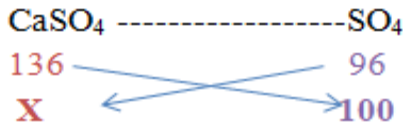


$$\text{X (H}_2\text{SO}_4\text{)} = 397 \text{ mg/l}$$

وإذا طلب منا إيجاد هل هنالك احتمال لحدوث ترسب لكبريتات الكالسيوم نتيجة لإضافة الحامض  
(1) أحسب كمية الكبريتات المتواجدة في المياه المجهزة makeup water

$$\text{SO}_4 = 20 \times 5 = 100 \text{ mg/l}$$

Then calculate  $\text{CaSO}_4$



$$X (\text{CaSO}_4) = 142 \text{ mg/l}$$

(2)

(3) أذن كمية كبريتات الكالسيوم الكلية =  $\text{CaSO}_4$  from  $\text{H}_2\text{SO}_4$  +  $\text{CaSO}_4$  in makeup water

$$142 \text{ origin} + 551 \text{ added} = 693 \text{ mg/l CaSO}_4$$

بما أن ذوبانية كبريتات الكالسيوم هي 2200 mg/l عند درجة حرارة 50 درجة مئوية

- أذن أن قيمة كبريتات الكالسيوم المتواجدة في المياه المدورة في أبراج التبريد 693 mg/l أقل من الحد المسموح لذوبانيته وهي 2200 mg/l
- بالتالي سوف لا يحصل ترسيب لكبريتات الكالسيوم عند درجة الحرارة 50°م وبهذا الحدد من الدورات 5 دورة .
- وأن أعلى تركيز اضافي لكبريتات الكالسيوم المسموح به قبل حدوث الترسيب لكبريتات الكالسيوم والذي يتم حسابه كالتالي :

$$2200 (\text{Solubility limit}) - 693 (\text{in cooling tower}) = 1507 \text{ mg/l}$$