AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

L'acqua nei circuiti termici

Dott. Michele Canauz
Rev. 2024

L'acqua

Viene utilizzata per la sua capacità di trasportare energia (ha il più alto calore specifico pari a 4180 J/(Kg*K), mentre il calore latente di evaporazione è pari a $2,25*10^6$ J/Kg)

- E' un ottimo solvente per sali inorganici(bicarbonati, idrossidi, fosfati, silicati etc...)
- Contiene gas disciolti (azoto, ossigeno, anidride carbonica, ammoniaca...etc...)

Queste due caratteristiche sono dannose per gli impianti termici

AURORA TRATTAMENTI CHIMICI

Problematiche da affrontare

- Deposizioni di sali incrostanti sulle superfici di scambio termico, composte da:
  - Carbonati
  - Silice
  - Ossidi di ferro
  - Altri ossidi metallici
- Corrosioni:
  - Ossigeno
  - Acidità

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Il trattamento delle acque

Modifica le caratteristiche chimiche (con metodi fisici e/o chimici) per eliminare le potenziali cause di corrosioni, deposizioni e sporcamenti:

- Elimina i sali nell'acqua di alimento
- Elimina o neutralizza i gas disciolti
- Corregge e stabilizza il pH

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

pre-trattamenti

Demineralizzatore, impianto osmosi e addolcitore sono utilizzati per eliminare cationi ed anioni dall'acqua

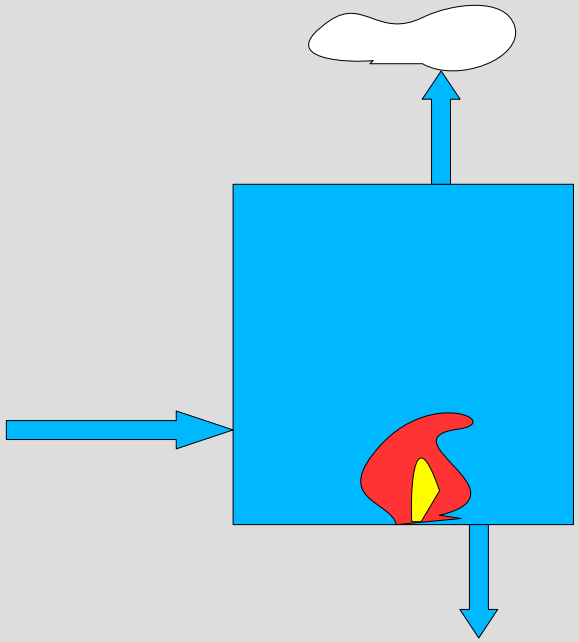
- L'impianto demineralizzatore elimina fino al 99,99% dei sali
- L'osmosi fino al 99% (normalmente il 98%)
- L'addolcitore rimuove solo la durezza totale (calcio e magnesio + altri cationi, sostituendoli con sodio)

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Gli inquinanti in caldaia

Il vapore porta con sé parte delle sostante volatili

L'acqua di alimento contiene inquinanti, volatili e non



In caldaia si concentrano le sostanze non volatili che possono essere eliminate SOLO con lo spurgo

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Bilancio idrico in un circuito di vapore

La corretta gestione dello spurgo consente di mantenere le concentrazioni di detti sali a livelli non pericolosi

- Per caldaie ad acqua demineralizzata spurgare dallo 0,1 al 2 % della portata di alimento
- Per caldaie ad acqua addolcita spurgarne il 10%

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Il trattamento chimico

- Rimuove l'ossigeno
- Stabilizza il pH in tutto il ciclo termico
- Evita che piccole concentrazioni di sali in caldaia possano depositarsi formando croste compatte
- Promuove la formazione di magnetite passivante

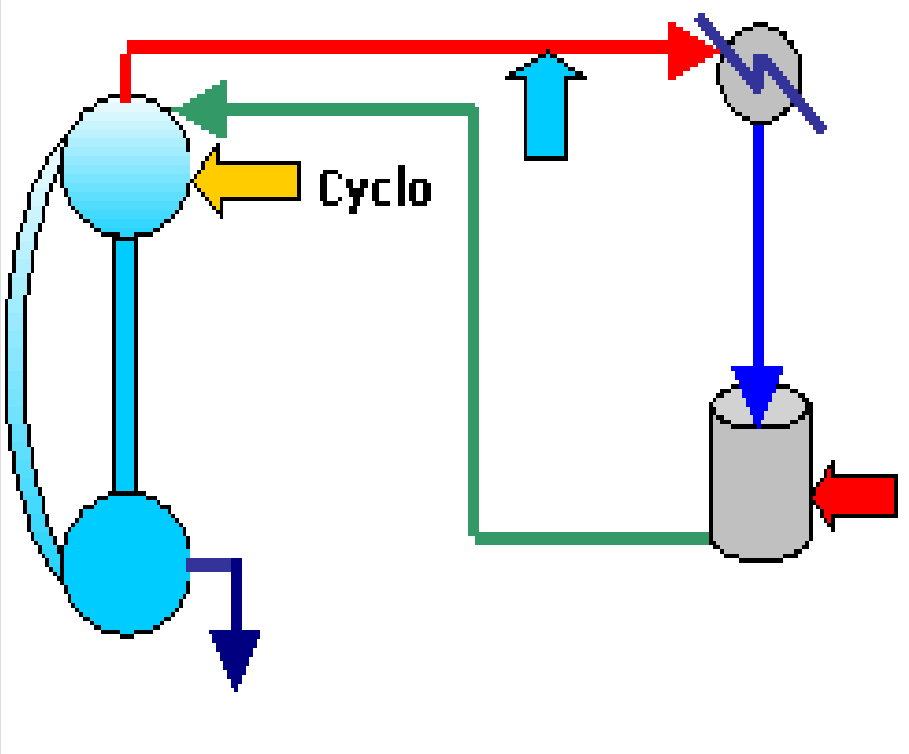
AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Attivi presenti

- Deossigenante (volatile o non)
- Alcalinizzante (volatile e/o non)
- Antincrostante (non volatile)
- Disperdente (non volatile)

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Il trattamento chimico



- I condizionanti svolgono 3 differenti funzioni:
- Trattamento alimento
- Trattamento caldaia
- Trattamento vapore/condense

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Il trattamento chimico

E' sempre necessario???

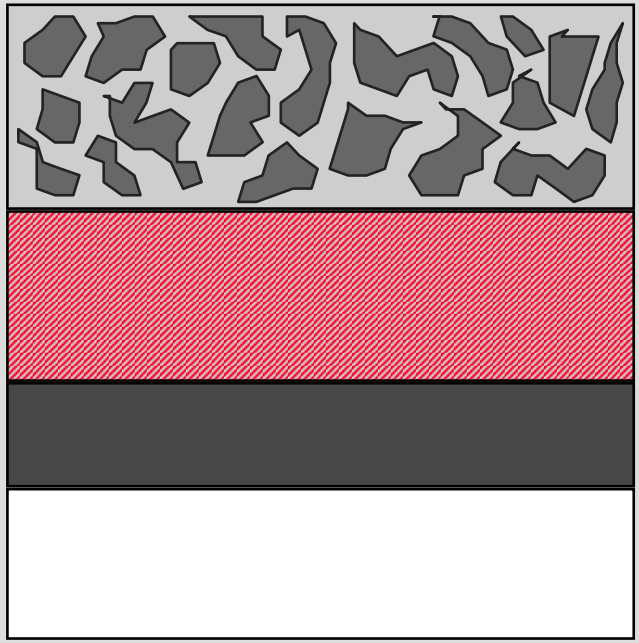
Si, non è possibile rimuovere fisicamente gli inquinanti presenti nell'acqua.

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Lo strato di passivazione

Cosa c'è sulle superfici dei tubi di caldaia ?

questi due strati determinano l'indice di sporcamento di un tubo di caldaia



particolato depositato

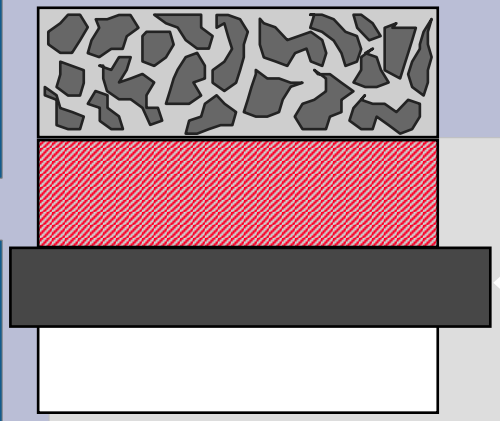
strato esterno di magnetite

strato interno di magnetite

metallo

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Lo strato di passivazione



particolato depositato

strato esterno di magnetite

strato interno di magnetite

metallo

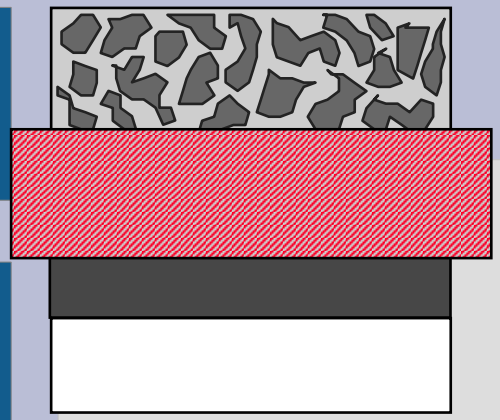
- *si forma per reazione diretta, tra metallo ed acqua, ad alte temperature:*

$$3\,Fe + 4\,H_2O \longrightarrow Fe_3O_4 + 4\,H_2$$

- *occupa lo stesso volume del metallo da cui trae origine;*
- *lo strato risulta estremamente protettivo (la formazione si autolimita);*
- *consente una lenta migrazione di ioni ferrosi verso l'esterno.*
- *Il passivante catalizza questa reazione chimica*

AURORA TRATTAMENTI CHIMICI

Lo strato di passivazione



particolato depositato

strato esterno di magnetite

strato interno di magnetite

metallo

- ***si forma per precipitazione degli ioni ferrosi, che migrano attraverso lo strato stabile di magnetite, secondo le seguenti reazioni:***

$$Fe^{2+} + x(OH^{-}) \longrightarrow Fe(OH)_x^{\,2-x}$$

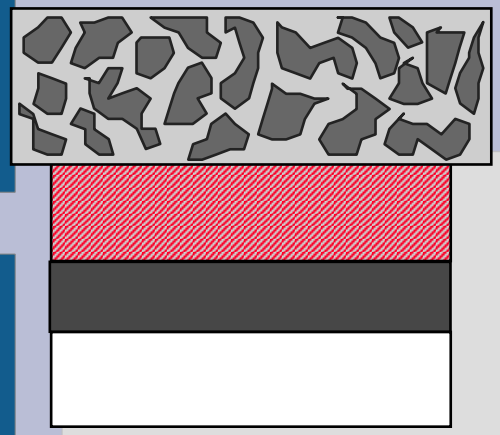
$$Fe(OH)_x^{\,2-x} + (4/3 - x)H_2O \longrightarrow 1/3\ Fe_3O_4 + (2 - x)H^+ + 1/3\ H_2$$

dove x = 1, 2 o 3

- ***la precipitazione del ferro che entra con l'alimento contribuisce ulteriormente alla sua formazione;***
- ***lo strato è poroso e non protettivo.***

AURORA TRATTAMENTI CHIMICI

Lo strato di passivazione



particolato depositato

strato esterno di magnetite

strato interno di magnetite

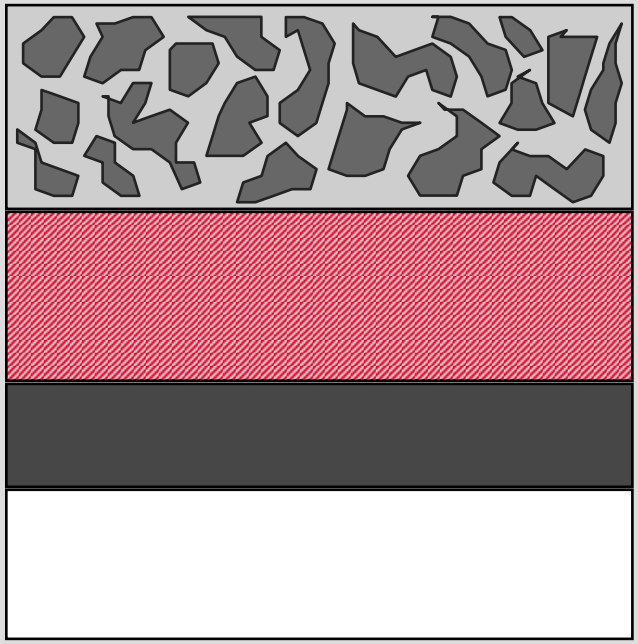
metallo

- ***si forma per precipitazione del particolato solido che entra nel boiler con l'acqua di alimento; si tratta, in genere di prodotti di corrosione già precipitati, durezza, silice ed altri sali incrostanti,***

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Lo strato di passivazione

I disperdenti agiscono rimuovendo il materiale che altrimenti andrebbe ad accumularsi in questi due strati.



AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

L'analisi delle acque

Determinazione dei principali parametri chimici per garantire il corretto funzionamento dell'impianto

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

L'analisi delle acque

- PH
- Conducibilità
- Alcalinità
- Durezza
- Condizionante

Frequenza almeno giornaliera

- Ferro
- Silice
- Rame
- Ossigeno
- Cloruri

Frequenza saltuaria (settimanale)

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

pH

- Si misura con uno strumento chiamato pHmetro oppure con un indicatore colorimetrico (poco preciso)
- pH bassi sono causa di corrosioni
- Per la corretta formazione dello strato di magnetite è necessario un pH in caldaia di 10-11(dipendente dalla pressione)
- Nelle linee di alimento e di ritorno condense sono necessari pH superiori a 9,0

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

pH

Il pHmetro misura, tramite un elettrodo, direttamente il pH del campione. Tale elettrodo DEVE essere periodicamente controllato e ritarato tramite soluzioni tampone a pH noto.

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Conducibilità

- Si misura con uno strumento detto Conduttimetro
- E' una misura che fornisce indicazioni sulla quantità di sali disciolti nell'acqua
- E' utile per fissare il corretto regime di spurgo della caldaia
- Attenzione: la misura deve essere “normalizzata” a 25°c. Se lo strumento non è dotato di calibrazione automatica della temperatura bisogna raffreddare il campione

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Alcalinità

- Misura gli anioni presenti nell'acqua
- Si distingue in alcalinità P (anioni forti) ed alcalinità M (anioni deboli)
- Tipicamente l'alcalinità P fornisce la quantità di idrati e metà dei carbonati
- L'alcalinità M la metà dei carbonati ed i bicarbonati
- In caso di acqua demineralizzata fornisce indicazioni sugli inquinamenti e sull'utilizzo di alcuni condizionanti

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Alcalinità

- Reagenti:
- Indicatore P (fenolftaleina)
- Indicatore M (metilarancio)
- Titolante (acido solforico N/10 o N/50)

- Prelevare 100 cc di campione, aggiungere 2 gocce di indicatore e titolare fino a viraggio del colore con il titolante.
- Alcalinità in ppm come $CaCO_3$ = (ml.titolante* Normalità * 50000)/(ml campione titolato)

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Durezza totale

- E' la misura della quantità totale di calcio e magnesio
- Il carbonato di calcio è il più comune agente incrostante; i suoi depositi hanno una capacità di scambio termico 20 volte inferiore a quella delle leghe ferrose
- Il deposito è poroso e innesca fenomeni di corrosione da sottodeposito

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Durezza

E' necessario che la durezza sia assente in caldaia; con i comuni trattamenti interni è possibile evitare deposizioni calcaree in caldaia anche con marcia continua ad 1°F (equivalente a 10 ppm di $CaCO_3$) di durezza (per caldaie a tubi di fumo a bassa pressione).

Si titola il campione con una soluzione di EDTA 0,01M dopo aggiunta di tampone ammoniacale e indicatore fino a viraggio rosa/blu.

Durezza totale in ppm come $CaCO_3$ = (ml titolante/ ml campione) * 1000

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Altre analisi

A seconda del trattamento chimico applicato saranno necessarie analisi per la verifica del dosaggio.

A seconda della pressione di lavoro della caldaia e della qualità dell'acqua di alimento saranno necessarie analisi ulteriori (prescritte per legge o consigliate dal tecnico del trattamento acque)

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Valori da mantenere per tubi di fumo a 10 bar – acqua addolcita

- PH < 11,0
- Conducibilità < 3000 microsiemens/cm
- Alcalinità P 200 come ppm $CaCO_3$
- Alcalinità M 400 come ppm $CaCO_3$
- Durezza totale assente
- Tali valori possono variare leggermente a seconda del trattamento chimico applicato.

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Valori da mantenere per tubi di fumo a 10 bar – acqua osmotizzata

- PH < 11,0
- Conducibilità < 1000 microsiemens/cm
- Alcalinità P 50 come ppm $CaCO_3$
- Alcalinità M 100 come ppm $CaCO_3$
- Durezza totale assente
- Tali valori possono variare leggermente a seconda del trattamento chimico applicato.

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

Cosa fare se i valori sono diversi??

- Ripetere le analisi e controllare la taratura degli strumenti
- Aumentare subito il regime di spurgo.
- Ricercare ed isolare l'eventuale inquinamen-to
- Avvertire il tecnico Aurora

AURORA
TRATTAMENTI CHIMICI

The end

Aurora Trattamenti Chimici s.r.l.
Via G.Verga 16/b
31030 Dosson di Casier (Tv) - ITALIA
tel +393401444906
Fax +390422634289
info@auroratc.it