

GESTIONE DELLE ACQUE IN UN SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO EVAPORATIVO

Parametri chimici fondamentali

La gestione corretta di un sistema di raffreddamento evaporativo richiede il controllo di pochi ma fondamentali parametri chimici, fisici e microbiologici. Le analisi necessarie per tali controlli sono molto semplici e non richiedono una particolare preparazione né attrezzature costose o di difficile reperibilità; in particolare le analisi chimiche e fisiche sono del tutto analoghe a quelle che si effettuano normalmente per il controllo e la gestione di generatori di vapore industriali.

Durezza Calcica (DCa)

Durezza calcica ed alcalinità M sono dal punto di vista pratico i parametri chimici più importanti per poter prevedere il comportamento di un'acqua in una torre di raffreddamento; al crescere del loro valore cresce la tendenza dell'acqua a formare incrostazioni per precipitazioni di calcio carbonato; al contrario acque caratterizzate da bassi valori di durezza calcica e/o alcalinità M tendono ad avere comportamento aggressivo nei confronti dei metalli (in particolare acciaio al carbonio, acciaio zincato e leghe di alluminio). La durezza calcica esprime il contenuto di calcio di un'acqua in mg/l o parti per milione (ppm) di CaCO_3 (calcio carbonato); in alcuni casi il dato di durezza calcica può essere espresso in gradi francesi ($^{\circ}\text{f}$, con 1°f equivalente a 10 ppm CaCO_3), gradi tedeschi ($^{\circ}\text{T}$ o $^{\circ}\text{d}$, con $1^{\circ}\text{T}=17,9$ ppm CaCO_3), gradi inglesi ($^{\circ}\text{l}$, con $1^{\circ}\text{l}=14,3$ ppm CaCO_3), gradi USA ($^{\circ}\text{USA}$, con $1^{\circ}\text{USA}=17,1$ ppm CaCO_3). Se si conosce la concentrazione di calcio in un'acqua, espressa in mg/l o ppm, il valore di durezza calcica è ottenibile dividendo tale valore per 0,4.

Alcalinità M o totale (Alk. M)

Il valore di alcalinità M o totale esprime il contenuto di ioni bicarbonato, carbonato ed idrossido presenti in un'acqua; si esprime in mg/l o ppm CaCO_3 . È importante notare che (contrariamente a quanto generalmente ritenuto) l'incidenza delle variazioni di alcalinità M sul comportamento incrostante o corrosivo di un'acqua sono decisamente superiori rispetto a quelle della durezza calcica.

Ph

Il PH è una misura dell'acidità (o del suo contrario, la basicità) di un'acqua; può variare da 0 (acque molto acide) a 14 (acque molto basiche) con la situazione di neutralità che equivale a pH 7; nelle acque delle torri di raffreddamento l'intervallo di oscillazione del pH varia da 7 a 9,5, con l'intervallo 8-9 come intervallo tipico. La scelta dei valori di Ph a cui deve operare una torre di raffreddamento dipende dai materiali con cui questa viene costruita e dalla tipologia di trattamento di condizionamento chimico in atto. Operare a Ph errati (anche di pochi decimi) comporta il grave rischio di innesco di corrosioni o di formazione di depositi. Nelle acque delle torri di raffreddamento vi è una buona correlazione tra valori di Ph ed alcalinità: al crescere di quest'ultima anche il pH sale.

Conducibilità

La conducibilità dell'acqua è una misura indiretta del suo contenuto salino.

Livello di contaminazione microbiologica

Il livello di contaminazione microbiologica esprime il contenuto complessivo dell'acqua di specie microbiche, tipicamente alghe, batteri e funghi. Non esiste un sistema semplice ed accurato che consenta di determinare il livello di contaminazione microbiologica complessivo; normalmente viene determinato il livello di contaminazione da batteri aerobici (espressi come unità formanti colonia per millilitro, UFC/ml) e si assume che il livello di contaminazione delle altre specie microbiche sia ad esso correlato.

INCONVENIENTI PROVOCATI DALL'ACQUA DI CIRCUITI DI RAFFREDDAMENTO RICIRCOLATI

Formazione di depositi

La formazione di depositi (generalmente costituiti da calcio carbonato) rappresenta l'inconveniente provocato dall'acqua più comune nei sistemi di raffreddamento ricircolato. I depositi inorganici agiscono come isolanti termici, riducendo notevolmente le rese dei processi di scambio termico ed abbassando drasticamente l'efficienza degli impianti di raffreddamento; un millimetro di deposito di calcio carbonato può provocare un calo del rendimento degli impianti variabile dal 10 al 20%. La presenza di depositi riduce inoltre la sezione utile delle linee di distribuzione dell'acqua, aumentando le perdite di carico del sistema; nei casi più gravi si può arrivare fino all'occlusione delle linee stesse e quindi al fermo obbligato degli impianti.

Corrosione delle superfici zincate

Nelle torri, nei raffreddatori e/o nei condensatori evaporativi i fenomeni corrosivi interessano principalmente le superfici zincate. L'acciaio zincato appena prodotto non è particolarmente resistente alla corrosione ma lo diviene nel tempo, quando la sua superficie si passiva ricoprendosi di uno strato compatto di zinco carbonato (un processo che generalmente dura 6-10 settimane). Condizioni che impediscono la passivazione delle superfici zincate o che rimuovono lo strato protettivo provocano quindi l'attacco dell'ossigeno al metallo, attacco che si manifesta prima con la formazione di un deposito bianco/grigio (white rust) e successivamente con la formazione della comune ruggine. Per evitare la corrosione delle superfici zincate è necessario controllare i valori di durezza calcica, alcalinità M e pH a cui viene gestita la torre, soprattutto nelle fasi di start up; speciali trattamenti chimici di condizionamento delle acque possono facilitare la fase di passivazione o rendere più resistente il film di zinco carbonato.

Inconvenienti causati dall'eccessiva proliferazione microbica

Le acque che circolano in un sistema di raffreddamento evaporativo non possono essere sterili e contengono sempre batteri, muffe e/o funghi; quando però la concentrazione di queste specie microbiche diviene eccessiva possono originarsi numerosi inconvenienti. L'inconveniente più comune è senz'altro la formazione di limo biologico (o biofilm) , un deposito gelatinoso ed aderente che può crescere molto rapidamente occludendo i pacchi delle torri e le linee di distribuzione dell'acqua; inoltre il biofilm ha ottime proprietà isolanti e quindi riduce fortemente l'efficienza dei processi di scambio termico. Alcune specie microbiche hanno prodotti del loro metabolismo che sono aggressivi nei confronti dei metalli e che possono determinare corrosioni a carico degli acciai anche inossidabili. Infine si deve considerare che le specie microbiche potrebbero essere patogene e quindi rappresentare un rischio per chi venisse a contatto con l'acqua in circolo o con l'acqua nebulizzata; a questo proposito è necessario ricordare che le torri di raffreddamento sono considerati tra gli impianti potenzialmente più pericolosi per la diffusione delle contaminazioni da Legionelle (Legionellosi).



FATTORE DI CONCENTRAZIONE

La parziale evaporazione dell'acqua che circola nelle torri di raffreddamento provoca un aumento della salinità nella frazione di acqua che non evapora. Il fattore di concentrazione è definito come il rapporto tra la salinità dell'acqua in circolo e la salinità dell'acqua di reintegro. L'aumento del fattore di concentrazione dell'acqua in circolo implica un aumento della concentrazione della concentrazione degli ioni di calcio, carbonato e di bicarbonato e quindi un incremento dei valori di durezza calcica, alcalinità M e pH. Ne consegue che se il fattore di concentrazione non viene correttamente gestito si avrà la formazione di depositi di calcio carbonato che la de zincatura dell'acciaio zincato (provocata dall'eccessivo pH); bisogna poi considerare che alti fattori di concentrazione implicano alti tempi di permanenza dell'acqua nel sistema, condizione che facilita la formazione di limo microbiologico. Possiamo perciò riassumere quanto detto finora affermando che il mancato controllo del fattore di concentrazione in un sistema di raffreddamento ricircolato aumenta drasticamente la possibilità che si manifestino tutti gli inconvenienti provocati dall'acqua. Il massimo fattore di concentrazione mantenibile in un sistema di raffreddamento ricircolato dipende dalla metallurgia di questo, dalla qualità dell'acqua impiegata come reintegro, dal tipo di trattamento di condizionamento chimico delle acque utilizzato; la sua individuazione dovrebbe essere compito di un esperto nel trattamento delle acque industriali. La tabella sottostante consente di individuare, sulla base del valore di alcalinità M e durezza calcica dell'acqua di reintegro, un fattore di concentrazione medio di sicurezza a cui operare in un sistema realizzato con superfici in acciaio zincato, con temperatura massima dell'acqua inferiore a 50°C e sottoposto ad un trattamento chimico di condizionamento di media efficacia che non preveda il controllo del pH mediante dosaggio acido.

		Durezza Calcica (ppm CaCO ₃)								
		0	50	100	150	200	250	300	350	400
Alcalinità M (ppm CaCO ₃)	50	4	4	3	3	3	3	3	3	3
	100	4	3	3	3	3	2,8	2,8	2,6	2,5
	150	4	3	2,9	2,6	2,4	2,2	2,1	2	1,9
	200	3	2,8	2,3	2,1	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
	250	3	2,4	2	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4
	300	3	2,1	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2
	350	2,5	1,9	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2
	400	2,5	1,7	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2

Il controllo del fattore di concentrazione in una torre evaporativa viene ottenuto mediante il controllo e la gestione dello spurgo, termine con cui si indica un volontario allontanamento di acqua di ricircolo dal sistema. Esistono due sistemi di spurgo che possono essere impiegati: lo spurgo in continuo (o temporizzato, con tempi pausa/lavoro brevi) e lo spurgo gestito da sonda di conducibilità. Il primo sistema è semplice ed economico ma richiede frequenti aggiustamenti e non consente ottimizzazioni nel consumo idrico; il secondo, a fronte di un investimento iniziale più elevato, consente la massima ottimizzazione dei consumi idrici (e quindi delle spese di gestione complessive intese come costi dell'acqua al prelievo ed allo scarico, costi dei pretrattamenti fisici e chimici/fisici dell'acqua, costo del condizionamento chimico etc...).

CONDIZIONAMENTO CHIMICO DELL'ACQUA

Importante: nessun trattamento chimico o chimico/fisico dell'acqua è in grado di impedire che questa provochi inconvenienti in un sistema ricircolato se il fattore di concentrazione del sistema stesso non è correttamente gestito!

Prevenzione dei depositi inorganici

La prevenzione dei depositi inorganici richiede l'applicazione di un trattamento chimico antincrostante che alzi la soglia di solubilità del calcio carbonato e che impedisca agli eventuali cristalli di calcio carbonato precipitati di originare depositi aderenti e compatti. In alcuni casi anche l'impiego di un eccellente trattamento chimico di condizionamento può comportare consumi idrici non sostenibili dall'impianto; in questo caso è possibile addolcire parzialmente l'acqua di reintegro o, più efficacemente, abbassare il valore di alcalinità M (trattamenti a pH controllato).

Prevenzione della corrosione degli acciai zincati

La prevenzione della corrosione degli acciai zincati richiede due modalità diverse di gestione della torre a seconda del momento in cui questa deve essere effettuata. Nelle settimane immediatamente successive allo start up (da 8 a 10) è necessario che l'acqua ricircolante nella torre abbia un valore di durezza calcica non inferiore a 50 ppm CaCO_3 ed un Ph non superiore a 8,5; successivamente durante il normale esercizio,, è necessario che il valore di durezza calcica sia non inferiore a 20 ppm CaCO_3 ed il pH non superiore a 9. Trattamenti chimici specifici possono agevolare la protezione dell'acciaio zincato sia nella fase di start up che durante la normale gestione.

Prevenzione degli inconvenienti provocati dall'eccessiva proliferazione microbica

Il controllo della proliferazione microbica richiede la corretta gestione degli spurghi e lo di prodotti ad azione biocida. I prodotti biocidi presenti sul mercato sono numerosi e differiscono per prestazioni, costo, tossicità, limiti agli scarichi, tendenza alla schiumosità, modalità di dosaggio; per progettare il trattamento che garantisca il miglior ritorno sull'investimento è necessario conoscere il sistema da trattare e le esigenze specifiche del cliente. Qualora poi si desideri effettuare una azione di prevenzione delle contaminazioni da legionelle è necessario seguire quanto indicato dalle normative vigenti; la prevenzione delle contaminazioni da legionelle richiede sempre l'applicazione di un protocollo che non è costituito solo da un trattamento biocida ma vede sempre associati a questo specifici interventi di manutenzione ed un piano di monitoraggio.

Progettazione del condizionamento chimico

Trattamenti di condizionamento chimico efficaci ed in grado di prevenire tutti i potenziali inconvenienti provocati dall'acqua garantendo nel contempo riduzione dei consumi idrici e bassi costi di gestione richiedono competenze specifiche ed esperienza; per tale motivo si consiglia di rivolgersi ad esperti nel trattamento delle acque industriali. _