

Fosfaatverwijdering uit gebruikt koelwater door middel van polyelektrolyten

In dit rapport, dat is opgesteld door Dow Chemical Europe, wordt het gebruik besproken van polyelektrolyten in de voorbehandeling van gebruikt koelwater alvorens dit in het Meer van Zürich wordt teruggevoerd. Door een organische polyelektrolyt te laten reageren met aluminiumsulfaat als neerslagmiddel, is het mogelijk kleine hoeveelheden fosfaat in de exact gewenste hoeveelheden te laten neerslaan voor een daarop volgende verwijdering door filtratie.

Inleiding

Behalve als drinkwaterbron worden veel meren in Zwitserland in toenemende mate gebruikt als hulpmiddel bij het koelen van fabrieken en grote, van airconditioning voorziene gebouwen. Het afvalwater wordt vervolgens, na

P. SCHAETZLE

Häny & Cie, Meilen, Zwitserland

K. BALLAUF

Schneider & Co AG, Winterthur, Zwitserland

behandeling, in het meer teruggevoerd. De wet bepaalt dat het aldus gebruikte water geen ongunstige invloed mag hebben op de algemene toestand van het betreffende meer.

Een van de wettelijke eisen is dat het fosfaatgehalte van het naar het meer teruggevoerde water laag gehouden dient te worden. In het Kanton Zürich, bijvoorbeeld, mag het fosfaatgehalte van het naar het meer teruggevoerde water niet hoger dan 0,03 mg/liter zijn.

Daar het voor koeling bestemde water uit het meer wordt gehaald op een diepte waar het fosfaatgehalte ongeveer 0,3 mg/liter bedraagt, moeten processen worden gevonden om het fosfaatgehalte ten minste tot een tiende terug te brengen.

Tegenwoordig vormt de verwijdering van grote hoeveelheden fosfaten uit water of afvalwater geen problemen meer en de installaties die voor dit doel gebruikt worden, hebben reeds lang geloden bewezen doelmatig te werken [1, 2 en 3].

De auteurs wilden echter vaststellen hoe laag het fosfaatgehalte is dat met bekende neerslagprocessen in de voorbehandeling van koelwater verkregen kan worden. Het koelwater uit het meer moet worden voorbehandeld of gefiltreerd om te voorkomen dat verontreinigingen in het koelsysteem terecht komen.

De normale methode is het water uit het meer door de voorbehandelingsinstallatie rechtstreeks in het koelsysteem te pompen. De reactiekamers, die in het algemeen tussen de pompen en de filters zijn gemonteerd als fosfaten moeten worden neerslagen, ontbreken dus.

Werkwijze

O-fosfaten die in water zijn opgelost, kunnen worden neerslagen in de vorm van ijzerfosfaten of aluminiumzouten aan het water. De aard van deze reactie is afhankelijk van de pH-waarde, de concentratie van het neerslagmiddel en van het fosfaat en van de reactietijd. Daar aluminiumfosfaat moeilijker oplosbaar is dan ijzerfosfaat, werd de proefneming uitgevoerd met aluminiumsulfaat. Het is niet waarschijnlijk dat de enigszins hogere kosten van dit materiaal veel invloed zullen hebben op de bedrijfskosten, omdat voorbehandelingsinstallaties voor koelwater gewoonlijk geen grote hoeveelheden water nodig hebben.

Omdat bovendien de proeven zouden worden uitgevoerd met water uit het Meer van Zürich, waarvan bekend is dat het ideale voorwaarden bezit voor uitvlokking van aluminiumsulfaat, werden de beste resultaten verwacht van dit type uitvlokkingsmiddel.

De werkwijze omvatte de volgende handelingen:

- toevoeging van aluminiumsulfaat;
- toevoeging van een organisch hulpuitvlokkingsmiddel, indien nodig;
- verwijdering van het uitgevlokte materiaal door middel van filtratie.

Er werd verondersteld dat er grote hoeveelheden uitvlokkingsmiddel nodig zouden zijn en dat bij gebruik van conventionele zandfilters de filtreertijden erg kort zouden zijn. De filters die vanaf het begin van de eigenlijke proeven werden gebruikt bestonden uit twee lagen: anthraciet en kwartsand.

Ook werd verwacht dat de proeven met uitsluitend aluminiumsulfaat geen volledig succes zouden worden, alleen al om

economische redenen. Daarom werd van het eerste begin af voorzien in de mogelijkheid om een hulpuitvlokkingsmiddel te gebruiken.

Synthetische organische polyelektrolyten

Synthetische organische hulpuitvlokkingsmiddelen — polyelektrolyten — zorgen ervoor dat kleine, zelfs in colloïdale dispersie verkerende, deeltjes zich samenvoegen tot grotere delen (vlokken), hetgeen een snelle en volledige sedimentatie bevordert.

Er bestaan drie categorieën van deze hulpuitvlokkingsmiddelen: anion-actieve, kation-actieve en niet-ioniserende.

Voor de voorbehandeling van koelwater worden bijna uitsluitend anion-actieve polyelektrolyten gebruikt.

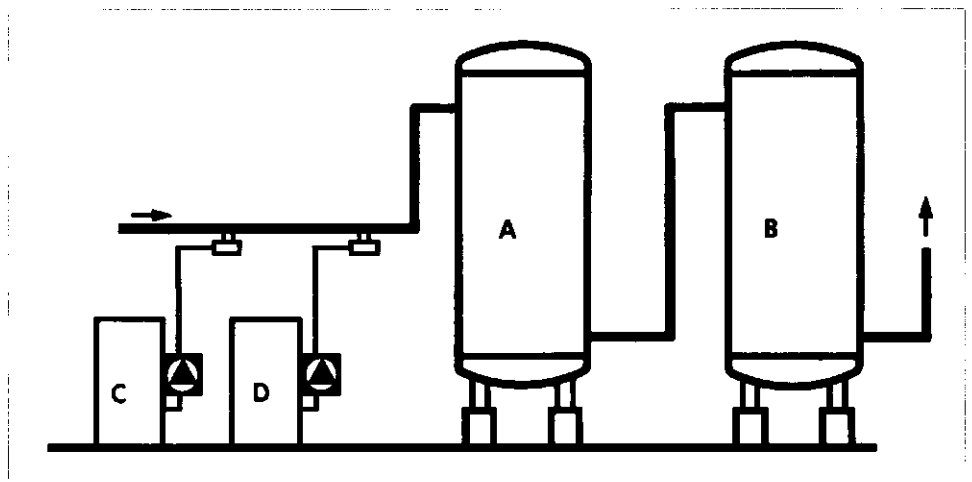
De soorten die tegenwoordig het meest gebruikt worden, zijn de gedeeltelijk gehydrolyseerde polyacrylamiden en copolymeren van acrylamide met acrylzuur. In tegenstelling tot de anorganische uitvlokkingsmiddelen, die in het algemeen in grote hoeveelheden moeten worden toegepast, zijn meestal zeer kleine hoeveelheden van de organische polyelektrolyten — ten hoogste een paar milligram per liter — al voldoende.

Voor water waaruit alleen gesuspendeerde deeltjes moeten worden uitgevlokt en verwijderd, kunnen zelfs alleen polyelektrolyten als uitvlokkingsmiddel worden gebruikt.

In systemen waarin opgeloste stoffen moeten worden uitgevlokt door middel van conventionele uitvlokkingsmiddelen, kunnen polyelektrolyten worden gebruikt als hulpmiddelen, waardoor de benodigde hoeveelheden anorganisch uitvlokkingsmiddel aanzienlijk wordt vermindert.

De toevoeging van een hulpuitvlokkingsmiddel vereist een grondig voorafgaand

Afb. 1 - Constructie van de proefinstallatie.



onderzoek voor elk geval apart. Ten eerste, om te bepalen welke polyelektrolyten geschikt zijn.

Verder om nauwkeurig de optimale concentratie en verhouding van uitvlokkingsmiddel tot hulpuitvlokkingsmiddel vast te stellen. Ook moet rekening gehouden worden met de financiële kant van de zaak.

De eigenlijke proefnemingen

Daar de firma Häny al sedert vele jaren een experimentele filtreerinstallatie in Meilen in bedrijf heeft, lag het voor de hand de experimenten voor fosfaatverwijdering daar uit te voeren en water uit het Meer van Zürich te gebruiken.

Afb. 1 toont de experimentele installatie. De voorafgaande proeven en analyses werden uitgevoerd in een verrijdbaar laboratorium van Schneider & Co. (afb. 2). De proefinstallatie was parallel geschakeld met de bestaande filtreerinstallatie te Meilen. Zo was het mogelijk om op elk gewenst moment de kwaliteit van het water in de twee installaties te vergelijken.

De installatie bestond uit drie gedeelten:

- Een gedeelte voor het meten en toevoegen van aluminiumsulfaat.
- Een gedeelte voor het meten en toevoegen van polyelektrolyt.
- Een uit twee lagen bestaande filter met een diameter van 350 mm (filterlagen: anthraciet en zand).

Met een Sigrist fotometer werd voortdurend de troebelheid van het (onbehandelde) voedingswater en het filtraat in het oog gehouden. Deze bijkomstige resultaten waren interessant in verband met de uitvlokkingsprocessen en bevestigden duidelijk de resultaten van eerdere studies [4 en 5].

De proeven werden uitgevoerd bij filtreersnelheden van 5 tot 25 meter per uur. Tijdens de eerste serie proeven werd uitsluitend aluminiumsulfaat toegevoegd.

Voorafgaande proeven hadden aangetoond dat de beste resultaten werden verkregen met Purifloc, een in water oplosbare, niet-corrosieve polyelektrolyt met hoog moleculairgewicht, die wordt geproduceerd door Dow Chemical. Daarom was dit het enige uitvlokkingsmiddel dat werd gebruikt.

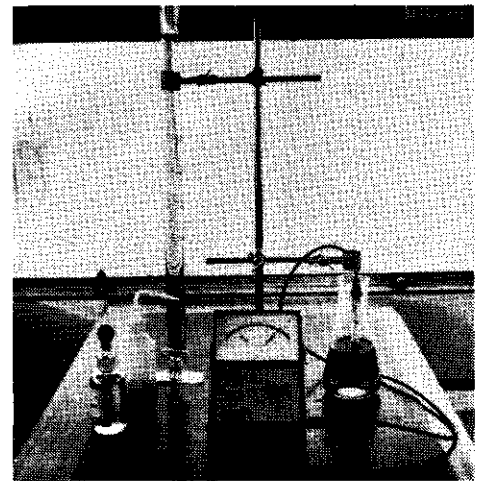
Doseringsconcentratie

Aluminiumsulfaat: 10 g aluminiumsulfaat met een concentratie van 17 %.
Purifloc: oplossing van 0,2 %.

Fosfaatgehalte van het voedingswater
0,30 mg PO₄^{III} per liter.



Afb. 2 - Het mobiele laboratorium van Schneider & Co. A.G., Winterthur, Zwitserland.



Afb. 3 - Het bepalen van de pH waarden.

Resultaten

De eerste serie proeven

Toevoeging van verschillende hoeveelheden aluminiumsulfaat.

Gedurende verscheidene dagen werd aluminiumsulfaat toegevoegd in hoeveelheden die varieerden van 2 tot 30 ppm. Dit gaf geen merkbare vermindering van het fosfaatgehalte. Zelfs bij het verlagen van de filtreersnelheid van 25 tot 5 m/u werden geen betere resultaten verkregen. Bij 10 ppm aluminiumsulfaat (Al₂(SO₄)₃ · 14 H₂O) was het minimum dat gemeten werd 0,25 mg PO₄^{III} per liter.

De tweede serie proeven

Toevoeging van aluminiumsulfaat en Purifloc.

Onder omstandigheden die voor het overige gelijk waren aan die van de eerste serie, bleek onmiddellijk het gunstige effect van het hulpuitvlokkingsmiddel.

De volgende waarden werden gemeten:

ppm Al ₂ (SO ₄) ₃ · 14 H ₂ O	ppm Purifloc	mg PO ₄ ^{III} /liter *)
0	0	0,30
2	1	0,28
4	1	0,23
8	1	0,18
8	2	0,10
12	2	0,07
16	2	0,03
16	3	0,02

Filtreersnelheid: 10 m/u.

*) Gemiddelde waarden van elke tien afzonderlijke proeven.

De laatste proef werd gedurende een week voortgezet, waarbij de filtreersnelheid geleidelijk werd opgevoerd van 10 tot 25 m/u. Het fosfaatgehalte kwam nooit boven 0,03 mg/liter.

Samenvatting

Onder praktijkomstandigheden werden proefnemingen uitgevoerd om het fosfaatgehalte van afvalwater (bijv. koelwater) te verminderen tot een waarde van 0,03 mg/liter, alvorens dit water naar een meer terug te voeren.

Het voedingswater werd verkregen uit het Meer van Zürich bij de filtreerinstallatie te Meilen. De resultaten van de proeven toonden aan dat het, bij gebruik van aluminiumsulfaat als neerslagmiddel in combinatie met een organische polyelektrolyt, mogelijk is om kleine hoeveelheden fosfaat praktisch in de gewenste hoeveelheden neer te slaan en ze vervolgens door filtratie te verwijderen. Interessant was in het bijzonder de bevinding dat het neerslaan zelfs in een gesloten systeem, d.w.z. een systeem zonder reactiekamers, een succes was.

Behandeling met uitsluitend aluminiumsulfaat gaf niet de vereiste resultaten.

Literatuur

- Thomas, E. A. en Rai, H. *Gas, Wasser, Abwasser*, 50, p. 179 (1970).
- Bernhardt, H. en Kremling, K. *Vom Wasser*, Vol. 35, p. 160 (1968).
- Thomas, E. A. *Gas, Wasser, Abwasser*, 51, p. 113 (1971).
- Schaetzle, P. *Archiv des Badewesens*, 15, (maart 1962).
- Schaetzle, P. *Chemische Rundschau*, 17, (november 1964).