

IMBUNATATIREA PROCESELOR TEHNOLOGICE DE POTABILIZARE A APELOR DE SUPRAFATA SI SUBTERANE

Tudor Lupascu¹, Mihail Ciobanu¹, Raisa Nastas¹, Arcadie Rusnac²,
Victor Botan¹, Vasile Rusu¹, Vasile Bivol²

¹ Institute of Chemistry of ASM, E-mail: lupascut@gmail.com

² S.A. „Apa-Canal” Chisinau

Abstract

The paper presents scientific results related to the establishment of water disinfection processes for Nistru River and highlights their effectiveness, using chlorine dioxide and sodium hypochlorite as disinfectants. It was established that from ecological and economical points of view, the most effective method of disinfection is the use of sodium hypochlorite.

New catalysts have been synthesized based on carbon and mineral sorbents. The obtained catalysts were tested as solid supports to remove hydrogen sulfide from groundwater through aeration and oxidation processes. It was established that carbonic adsorbents made from nut shells and peach stones, oxidized and impregnated with ions of Cu^{2+} , Mn^{2+} and Fe^{3+} show enhanced properties in the processes of oxidation and adsorption of hydrogen sulfide ions. Among mineral catalysts, the most prominent regarding the oxidation and adsorption capacity of hydrogen sulfide are solid media obtained by intercalation with aluminum oligomers and modified with manganese salts.

Effectiveness of carbon adsorbent CAN-8- Mn^{2+} - Fe^{3+} in the removal of hydrogen sulfide by physical and chemical methods was evaluated by semi-pilot scale studies using real groundwater from Hancesti. It was established that after 20 - 30 min of water treatment, the entire quantity of hydrogen sulfide was removed.

Introducere

Aprovizionarea cu apa potabila in Republica Moldova prin retele centralizate necesita redimensionarea strategiei nationale in aceasta sfera de activitate, bazata atat pe principii extensive – de sporire a captarii apelor din raurile Nistru, Prut, Dunare si de sporire a captarii apei din orizonturile acvifere subterane adanci, cat si pe principii intensive – de optimizare a tehnologiilor de potabilizare a apei, eficientizand utilizarea reactivelor de noi generatii. Studiile realizate deschid noi posibilitati pentru optimizarea tehnologiei de potabilizare a apelor subterane si de suprafata in Republica Moldova, asigurand normele sanitare si sanatatii umane.

In prezent 67% din populatia Republicii Moldova se alimenteaza cu apa potabila prin sisteme centralizate. Conform estimarilor efectuate [1-3], volumul apei distribuite populatiei prin sisteme centralizate de alimentare constituie cca. 130 litri om/zi, orasenilor le revin cca. 275 litri om/zi. In unele localitati, insa, alimentarea cu apa este insuficienta. In localitatea Vulcanesti unui locuitor ii revine cca. 64 litri pe zi. Dificila este alimentarea cu apa prin sisteme centralizate in localitatile Calarasi, Straseni, Telenesti, Sangerei, Nisporeni.

Problema aprovizionarii cu apa potabila a populatiei si a economiei nationale este inca destul de dificila, motivul fiind repartizarea neuniforma a surselor de apa pe teritoriul republicii si calitatea apei deseori nesatisfacatoare. Amenajarea apeductelor si a sistemelor de tratare si epurare a apei necesita surse financiare si materiale considerabile.

Cercetarile realizate au avut scopul imbunatatirii proceselor tehnologice de potabilizare a apelor subterane si de suprafata din Republica Moldova. Cercetarile au fost axate in directiile evidentierii eficacitatii noilor dezinfectanti in scopul substituirii substantelor chimice utilizate in prezent la statiile de tratare a apelor de suprafata si in primul rand a clorului lichid. Utilizarea clorului pentru dezinfectarea apei potabile necesita masuri drastice de siguranta la transportare, depozitare si exploatare a instalatiilor. In cazul unor situatii exceptionale (cutremur de pamant, incendiu) creste pericolul producerii emisiilor de clor gazos in spatiul ambiant cu poluarea mediului si chiar intoxicarea in masa a populatiei. Au fost realizate, de asemenea, cercetari stiintifice vizand elaborarea procedeelor de eliminare a hidrogenului sulfurat si a sulfurilor din apele subterane prin metode fizice, fizico-chimice.

Partea experimentală

Cercetarile stiintifice au fost realizate la Statia de tratare a apei r. Nistru din mun. Chisinau.

In calitate de dezinfectanti paralel cu clorul lichid au fost utilizati dioxidul de clor si hipocloritul de sodiu.

Studiul proceselor de eliminare a hidrogenului sulfurat si a sulfurilor din apele subterane in conditii semipilot a fost realizat in cadrul Laboratorului de Chimie Ecologica al Institutului de Chimie al ASM. In calitate de obiecte de studii au fost folosite apele subterane din or. Hancesti, Republica Moldova.

In acest scop a fost utilizat carbunele activ CAN-8, obtinut din coji de nuci prin activare cu vapori de apa, modificat cu ioni de Mn^{2+} si Fe^{3+} . Procesul de impregnare a carbunelui activ CAN-8 cu ioni de Mn^{2+} si Fe^{3+} s-a efectuat

utilizand clorurile respective in raport echimolar, apoi prin spalare cu apa distilata si uscare la 105°C pana la masa constanta.

Au fost luati 10 litri de apa subterana din sonda №1, din Hincesti , 20 grame de carbune activ CAN-8+Mn²⁺ +Fe³⁺ . Prin acest continut s-a barbotat aer (400l/ora).

Rezultate si discutii

Rezultatele studiului de fezabilitate vizand utilizarea diferitor agenti chimici in procesul de dezinfectie a apei sunt prezentate in tabelul 1.

Tabel 1. Analiza comparativa a costurilor utilizarii diferitor dezinfectanti in procesul de tratare a apei r. Nistru

Caracteristicile	Clor	Dioxid de clor 0,3%, ClO₂ (TwinOxide)	Hipoclorit de sodiu Solutie 0,8%- de NaOCl	Hipoclorit de sodio. Solutie 190 g/m³ NaOCl (varianta transportarii de la fabrica producatoare)
1	2	3	4	5
Productivitatea statiei, m3/zi	333 000	333 000	333 000	333 000
Doza reagent	3,2 g/ m ³	0,017 l/m ³	0,4 l/ m ³ recalculat la NaOCl- 0,8%	0,034 l/ m ³ recalculat la NaOCl-190r/ m ³ (cu pierderi de- 95g/ m ³)
Consumul reagentului pe ora	44,0 kg	229 l/ora	5500 l	467 l
Pretul de cost al reagentului, an	4 167 240 lei	66 231 000 lei (4 014 000 euro)		13 104 000 lei
Consumul de energie electrica, 24ore	1200 kW.ora	100 kW.ora	6336 kW.ora	200 kW.ora
Consum de transport, an	300 000 lei	50 000 lei	100 000 lei	3 200 000 lei
Consum de exploatare pe o perioada de 7 ani	41 061 258 lei	464 205 378 lei	29 976 436 lei	114 604 763 lei
Pretul de cost al reagentului, an	4 167 240 lei	66 231 000 lei (4 014 000 euro)		13 104 000 lei
Consumul de energie electrica, 24 ore	1200 kW ora	100 kW ora	6336 kW ora	200 kW ora
Consum de transport, an	300 000 lei	50 000 lei	100 000 lei	3 200 000 lei

1	2	3	4	5
Consum de exploatare pe o perioada de 7 ani	41 061 258 lei	464 205 378 lei	29 976 436 lei	114 604 763 lei
Cheltuieli capitale	467 330 000 lei	5 715 000 lei	43 922 500 lei	11 150 000 lei
Lucrari de proiectare	500 000 lei	165 000 lei (10 000 euro)	1 072 500 lei (65 000 euro)	300 000 lei
Costul utilajului de baza	1 980 000 lei (120 000 euro)	500 000 lei (30 000 euro)	33 000 000 lei (2 000 000 euro)	1 000 000 lei (60 000 euro)
Cheltuieli totale pe perioada de exploatare garantata	508 391 258 lei	469 920 378 lei	73 898 936 lei	125 754 763 lei

Datele prezentate in tabelul 1 ne demonstreaza ca cel mai ieftin procedeu de dezinfectie a apei raului Nistru este utilizarea solutiei de 0,8% de hipoclorit de sodiu.

Indicii de calitate a apei r. Nistru pana la tratare si dupa tratare cu solutie de hipoclorit de sodiu sunt prezentati in tabelul 2.

Tabel 2. Indicii de calitate a apei pana la tratare si dupa tratare cu hipoclorit de sodiu (raul Nistru, mai 2010)

Nr. d/o	Denumirea indicelui	Unitatea de masura	Documentul normativ	Valoarea indicelui		
				Pana la tratare	Dupa tratare	Valoarea CMA
1	2	3	4	5	6	7
1.	<i>Turbiditate</i>	UNT	<i>GOST 3351-74</i>	1,5	0,50	≤ 5
2.	pH	Unit. de pH	CAER M87	8,05	7,80	≥ 6,5; ... ≤ 9,5
3.	Miros 20°C/60°C	bal	GOST 3351-74	1/2	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala
4.	Gust		GOST 3351-74	-	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala
5.	Culoare	Grade	GOST 3351-74	20	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala	Acceptabila consumatorilor si nici o modificare anormala

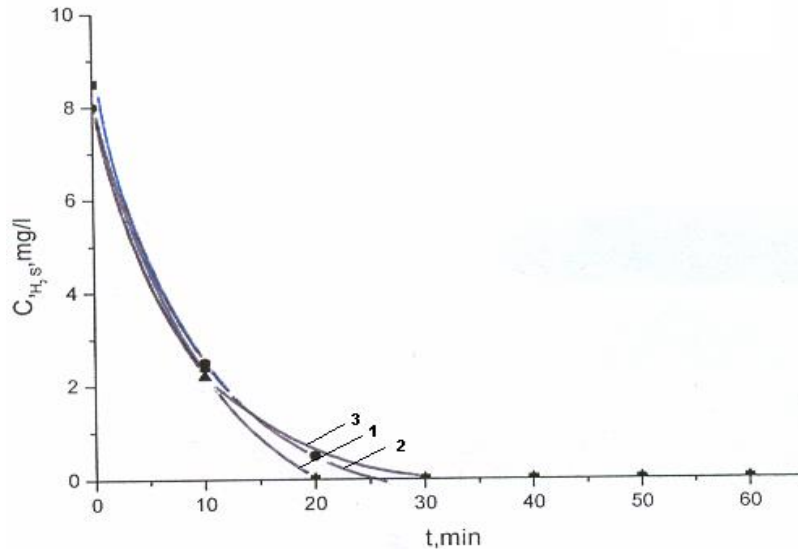
1	2	3	4	5	6	7
6.	Clor rezidual liber	Mg/ dm ³	GOST 18190-72	-	0,44	0,5
7.	Amoniac si ionii de amoniu	Mg/dm ³	GOST 4192-82. p. 3.	0,05	< 0,05	0,50
8.	Nitriti	Mg/dm ³	GOST 4192-82, p.4.	0,01	< 0,003	0.50
9.	Nitrati	Mg/dm ³	GOST 18826-73,	7,4	7,4	50
10.	Duritate totala	Grade germane	GOST 4151-72	10,9	10,9	5,0
11.	Cloruri	Mg/dm ³	GOST 4245-72	26,1	29,1	250
12.	Fier	Mg/dm ³	GOST 4011-2,p.2	0,07	0,05	0,3
13.	Reziduu fix	Mg/dm ³	GOST18164-72, p.3	302,5	301,5	1500
14.	Sulfati	Mg/dm ³	GOST 4389-72	74,7	74,3	500
15.	Fluor	Mg/dm ³	GOST 4316-81	0,17	0,17	1,5
16.	Aluminiu	µg/ l	GOST 18165-89	-	<20	200
17.	Arseniu	µg/ l	GOST 4152-81	<5	<5	10
18.	Mangan	µg/ l	GOST 4974-72	<10	<10	50
19.	Cupru	Mg/dm ³	GOST 4388-72	<0,02	<0,02	1,0
20.	Floculant ramas	µg/ l	ВПК – 2	-	<10	<10
21.	Bacterii coliforme	numar/100 ml	МУК 4.2.1018-01	28	0	0
22.	Populatia microbiana generala	NBC/dm ³	GOST 18963-73	20	Nici o modificare anormala	Nici o modificare anormala
23.	Substante organice oxidabile	MgO ₂ /dm ³	CAER,Moscova, 1987,paj.692.	2,16	1,68	5

Analiza rezultatelor prezentate in tabelul 2 ne demonstreaza ca indicii de calitate a apei dupa tratare cu solutie de 0,8% hipoclorit de sodiu se incadreaza in normele impuse de Standardul de Stat in domeniul respectiv.

Cinetica procesului de eliminare (oxidare) a hidrogenului sulfurat, pe cicluri este prezentata in fig.1.

Eficacitatea adsorbantului carbonic (CAN-8+Mn²⁺+Fe³⁺), in procesul de eliminare a hidrogenului sulfurat prin metoda fizico-chimica (aerare – oxidare - adsorbție), a fost evaluata pe parcursul a trei cicluri, dupa cca. 20-30 minute de tratare a apei fiind inregistrata eliminarea totala a hidrogenului sulfurat(fig. 1).

Prezinta interes schimbarea concentratiei ionilor de sulfati – produși de oxidare a hidrogenului sulfurat pe cicluri. Aceste date sunt prezentate in tabelul



3.

Fig.1. Cinetica eliminarii hidrogenului sulfurat in prezenta carbonului activ modificat CAN-8 +Mn²⁺+Fe³⁺ prin barbotare cu aer.
 - I ciclu; – al II ciclu; – al III ciclu.

Tabel 3. Variatia concentratiei ionilor de sulfat, formati in urma procesului de eliminare a hidrogenului sulfurat din apele subterane pe CAN-8 + Mn²⁺ + Fe³⁺

Initial		CAN-8 + Mn ²⁺ + Fe ³⁺ , barbotare cu aer		
		I ciclu	ciclul II	ciclul III
Concentratia ionilor sulfat, mg/L	10	18	16	14

Din datele prezentate in fig.1 si tabelul 3 rezulta ca doar primul ciclu are loc cu maximum de randament atat din punct de vedere a cineticii eliminarii hidrogenului sulfurat din apa cat si a procesului de oxidare a hidrogenului sulfurat pana la sulfati. Pe masura cresterii numarului de cicluri activitatea catalitica a carbonului modificat, in conditiile experimentului, se diminueaza din cauza faptului ca, probabil pe langa procesul de oxidare a hidrogenului sulfurat pana la sulfati, mai are loc si procesul de oxidare a hidrogenului sulfurat pana la sulf coloidal, asa incat este posibil ca parametrii de structura a carbonului activ impregnat cu ioni de fier si mangan sa se modifice. Un rol deloc de neglijat probabil il vor juca in acest proces si prezenta in apele subterane a acizilor humici, solubili in mediul bazic, ori tocmai acest mediu (pH= 8,7) s-a identificat in apa supusa studiului.

In tabelul 4 sunt prezentati parametrii de structura a carbonului activ CAN-8 +Mn²⁺ +Fe³⁺ initial si dupa trei cicluri de utilizare, obtinuti in baza izotermelor de adsorbție a azotului la instalatia Autosorb1.

Tabel 4. Parametrii de structura a carbunelui activ CAN-8 + Mn²⁺ + Fe³⁺ initial si dupa 3 cicluri de utilizare

CAN-8 + Mn ²⁺ + Fe ³⁺ initial				CAN-8 + Mn ²⁺ + Fe ³⁺ dupa 3 cicluri			
S sp., m ² /g	V por. cm ³ /g	V mi. cm ³ /g	V s. cm ³ /g	S sp.,m ² /g	V por. cm ³ /g	V mi. cm ³ /g	Vs. cm ³ /g
1001	0,521	0,292	0,594	727	0,358	0,225	0,405

Din datele prezentate in tabelul 4 constatam ca toti parametrii de structura ai adsorbantului (catalizatorului) dupa 3 cicluri de utilizare se micsoreaza semnificativ. Important e ca si volumul microporilor se micsoreaza ceea ce indica asupra faptului ca probabil in procesul de oxidare se formeaza totusi sulful coloidal. Cat priveste micsorarea suprafetei specifice a adsorbantului dupa 3 cicluri apoi acest proces are loc si din cauza adsorbției acizilor humici din apa supusa studiului. In micropori acizii humici nu se pot adsorbi, din cauza dimensiunilor prea mari a moleculelor lor.

Concluzii

1. Utilizarea hipocloritului de sodiu in procesul tehnologic de tratare a apei asigura o dezinfectare satisfacatoare, in conformitate cu normativele pentru apa potabila. Tehnologia propusa este fezabila si din punct de vedere economic.
2. Eficacitatea adsorbantului carbonic (CAN-8+Mn²⁺+Fe³⁺), in procesul de eliminare a hidrogenului sulfurat prin metoda fizico-chimica (aerare –oxidare - adsorbție), a fost evaluata in conditii semi-pilot utilizand apa subterana din orasul Hincesti (sonda №1). S-a stabilit ca dupa circa 20-30 minute de tratare a apei se inregistreaza eliminarea totala a hidrogenului sulfurat.
3. S-a stabilit ca suprafata specifica a carbunilor activi si volumul microporilor in procesul de potabilizare se micsoreaza . Aceasta se explica prin faptul ca in procesul potabilizarii apelor contaminate cu hidrogen sulfurat si sulfuri se formeaza sulf coloidal care blocheaza porii adsorbantilor carbonici.

Bibliografie

1. Ropot V. Studiu privind calitatea, folosirea si protectia apelor in Republica Moldova. Cercetari in domeniul chimiei. Chisinau, 1999, p. 93 – 111.
2. Sandu M, T. Lupascu, Arapu T. Sostoeanie poverhnostnih vod Respublichi Moldova. III Mejdunarodnaia Naucino-practicescaea conferentia. 15-16 iunea 2004, g. Lvov, s 39-42
3. Hotararea Guvernului Republicii Moldova nr.934 din 15.08.2007 „Cu privire la Instituirea Sistemului informational automatizat “Registrul de stat al apelor minerale naturale, potabile si bauturilor nealcoolice imbuteliate”, Publicat: 24.08.2007 in Monitorul Oficial Nr. 131-135 art. Nr. 970.