

ПРОИЗВОДСТВО НА ВИСОКОЕФЕКТИВНИ РЕАГЕНТИ - ПРИОРИТЕТНО НАПРАВЛЕНИЕ НА ВОДОПРЕЧИСТВАНЕТО

ХРИСТО ДОБРЕВ*, ПЕНКА ДОБРЕВА*, ГАЛЯ БЪРДАРСКА**

Повсеместното замърсяване на водите в нашата страна е обект на остра дискусия, провеждана на редица нива. Осъществява се и обширна изследователска работа по водопречистване в много институти и отделни колективи. Отчитат се голям брой завършени теми, но на този етап крайният резултат остава незадоволятелен.

Проблемът за пречистването на водите непрекъснато се задълбочава и решението му става все по-непосилно за нашата икономика, Основателно расте и общественото недоволство и недоверие

към нашите технически кадри, неспособни да се справят със задачата. Увеличават се и настоятелните искания за заделяне на средства за внос на водопречиствателни технологии и съоръжения.

На основание многогодишни наблюдения върху състоянието на проблема и развитието на разработките у нас и в чужбина, считаме че България разполага с достатъчен технически потенциал и производствени мощности за успешно решаване на задачата.

Досегашната ни безпомощност е следствие от липсата на методично правилен и координиран подход, определящ приоритета и последователността в решението на отделните етапи на водопречистване. Основните аспекти на проблема са:

- техническа съоръженост;
- реагентна обезпеченост.

При разработката на тези два аспекта е допуснат съществен дисбаланс, който предопределя крайния неуспех на многобройните, отделно взети добри технически решения. До сега основно внимание се отделя на техническата съоръженост като се правят големи капиталовложения за строителство на недостатъчно ефективни пречиствателни станции. Внасят се или се разработват скъпи съоръжения, с които не винаги се осигурява исканата степен на пречистване съгласно действащите нормативни документи у нас. Добрата техническа съоръженост е необходима, но не достатъчна за постигане на целта. Високата степен на обща замърсеност на водите и особено на тези, отпадащи от промишлеността, налага задължително реагентна обработка за пречистването им. Алюминий и желязо съдържащите хидролизирани коагуланти са с най-голямо практическо значение за етапа физикохимична обработка. Този начален етап на пречистване е особено отговорен, тъй-като успешната му реализация определя както сложността на съоръженията, така и крайната степен на пречистване. Свойствата на реагента диктуват вида и обема на необходимите технически съоръжения и поставят

изискванията, на които трябва да отговарят.

По тези причини въпросът за реагентната обезпеченост следва да се разглежда като приоритетно направление на водопречистването. Дисбалансът, допуснат при разработката на основните аспекти на водопречистване се състои именно в това, че у нас не е решен проблема за осигуряване на достатъчно количество високоэффективни реагенти. До сега единственият масово прилаган реагент за физикохимична обработка на питейни води е класическият коагулант алуминиев сулфат, чието действие не винаги обезпечава достатъчна степен на пречистване. В редица разработки се предлагат различни реагенти, които за съжаление са технически и икономически неефективни и не намират практическо приложение, независимо от растящата потребност.

Едно добро решение за 1976 г. бе предложено от нас метод за получаване на алуминиев оксихлорид (ОАХ) при взаимодействие между метален алуминий и солна киселина а условията на вътрешна електролиза (1, 2, 3). Използва се отпадъчен метален алуминий с ниска плътност (ламарина, фолио, тел, стружки и др.) който е неподходящ за претопяване до вторичен алуминий. Първата инсталация за редовно производство на ОАХ по метода с капацитет 5000 t/g. бе построена през 1979 г. в СХК "Свилоса", гр. Свищов. През 1990 г. влезе в действие инсталация за производство на 2500 t/g. ОАХ в гр. Бургас — Технологичен център по екология к природни ресурси.

Като хидролизирани коагулант ОАХ има съществени предимства пред класическия алуминиев сулфат: висок пречиствателен ефект при по-ниски дози, физи-кохимична обработка при по-широк диапазон на изменение на температурата и рН, възможност за съчетаване с варуване и озониране на водата, остатъчен алуминий под нормативната стойност в обработваната с него вода и др. (4).

Независимо от тези предимства ОАХ в чист вид не може да се разглежда като универсален реагент за отстраняване на всички видове значими замърсители. Системната изследователска работа по изучаване на хидратационни и хидролизни процеси в разтвори на силни електролити и в частност полимеризацията в алуминий съдържащи разтвори доведе до разработването на серия от особено високоэффективни реагенти на база модифициране на ОАХ (5, 6, 7, 8). Понастоящем разполагаме със състави и технология за получаване на реагенти тип CFS (търговска

• Фирма "СОЛВО" - София 1784, Младост 1-13-6-43, тел. 770281
 ** ИНСТИТУТ ПО ВОДНИ ПРОБЛЕМИ -
 при БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
 София 1113, ул. "Акад. Г. Бончев" бл. 1/тел./факс 722572

марка Solvo® с особено висока сорбираща и флокулираща способност при цена съпоставима с тази на до сега използвания алуминиев сулфат. В продължение на години бе изучено специфичното действие на реагентите на база алуминиев оксихлорид чрез прилагането им за различни по солеви състав и замърсявания води. Като примери са представени някои от изследваните обекти.

1. ЯЗОВИР ИСКЪР -ПИТЕЙНА
ПРЕЧИСТВАТЕЛНА СТАНЦИЯ
ПАНЧАРЕВО

През месеците май и юни на 1978 г. в пречиствателна станция Панчарево — София се провеждат първите лабораторни и промишлени опити с ОАХ — 15 (4). Направените изводи са: — основният алуминиев хлорид (ОАХ—15) е високоефективен коагулант за питейни води, способен да замести класическия алуминиев сулфат; — основният алуминиев хлорид (ОАХ—15) запазва пречиствателната си способност при съвместна употреба с Са/ОН/2 респ. при високи стойности на рН — до 9,0; — замената на алуминиев сулфат с основен алуминиев хлорид не изисква никакви нови инвестиции от страна на консуматора. Новият коагулант може да се съхранява в същите резервоари с корозионноустойчива изолация, използвани за алуминиев сулфат и да се дозира със същите съоръжения (4). Положителните страни на коагуланта ОАХ са по-силно изявени при синтезираните CFS на негова основа. Новите реагенти показват по-добър пречиствателен ефект дори и при по-ниска доза в сравнение с алуминиевия сулфат и ОАХ (опит с води на яз. Искър от 29.05.19 87) и коагуланта АСН, представен от Р. Кънев, (таблица 1) .

Прилагането на новите реагенти CFS решава напълно и проблема с фито- и зоопланктона, чието съдържание затруднява работата на действащата двустъпална пречиствателна станция Панчарево в отделни годишни периоди. При съдържание на 1750 бр.кл/ml и индекс на колматация по Бодрей Сд = 4,8 за водите на яз. Искър пречиствателният ефект спрямо планктона е 100% — 0,0 бр.кл/ml в утаената вода след коагулация със CFSK (таблица 2). Характерна особеност на реагентите CFS е, че тяхното приложение не води до промяна на рН (таблица 1, 2).

2. МДП ЕЛАЦИТЕ -ВОДИ ОТ ЕСТЕСТВЕНО
ИЗЛУГВАНЕ НА НАСИПИЩАТА

Проведените обстоятелни изследвания за химическия състав на водите в реките и деретата на район МДП "Елаците" показаха значителни завишения на голям брой показатели (рН, разтворени вещества, сулфати, магнезий, алуминий, мед, манган, желязо, цинк, никел и др.) (8). Особено високи са концентрациите на токсични елементи в р. Негършица, за водите на която се проведеха опити в лабораторни и природни условия (Протокол на специално назначена комисия от Директора на МДП "Елаците" 10.10.1990) (8). В таблица 3 са представени част от направените изследвания като освен пречиствателния ефект се илюстрира и малката разтворимост на утайката (9). В графа 6 от същата таблица са показани съдържанията на 11 замърсителя след пет денонощно излугване на утайката с дестилирана вода. Получените стойности на замърсителите след варуване и коагулация са под нормативните, посочени в Наредба 7, с изключение на разтворените вещества и сулфатите, чието съдържание намалява 2-3 пъти.

Таблица 1.Сравнителни данни за ПСПВ Панчарево Обработка на вода от яз Искър София - 12 .06.19 91 г.

№	Показател	Язовирна вода	Коагулант, тв Al ₂ O ₃ mg/l					
			Al ₂ (SO ₄) ₃		АСН		CFS	
			10	5	10	5	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	рН	7,0	6,7	6,6	6,3	7,0	7,0	
2.	Мътност, mg/l	20,0	6,54	4,1	5,7	1,1	0,5	
3.	Окисляемост, mg/l	3,68	2,4	3,36	2,16	2,4	1,84	
4.	Желязо, mg/l	0,15	0,03	0,014	0,052	0,091	0,005	
5.	Манган mg/l	0,082	0,018	0,023	0,005	0,009	0,009	

Забележка: АСН — коагулант на база алуминиев сулфат, предоставен от Р. Кънев, CFS — течен коагулант на база алуминиев оксихлорид, предоставен от Ф "Солво". Анализите са извършени по БДС 2823-83 от Централната химико-бактериологична лаборатория при фирма "ВиК", София.

Таблица 2

Джар-тест с различни коагуланти за постъпващата вода към ПСПВ Панчарево — София (17.04.1992 г.)

№	Показател	Норми БДС 2823-83, mg/l	Язовирна вода, С, mg/l	Коагуланти, mgAl ₂ O ₃		
				Al ₂ (SO ₄) ₃		CFSK
				7,5	7,5	2,7
1	2	3	4	5	6	7
1.	pH	6,5-8,5	7,2	6,7	7,1	7,2
2.	Мътност, mg/l	1,5	10,35	7,75	2,0	2,9
3.	Цветност, mgPtCo/l	15,0	12,0	5,0	4,0	6,0
4.	Окисляемост, mgO ₂ /l	2,6	3,52	2,56	2,08	2,24
5.	Общо фито и зоопланктон, бр.кл/ml	100	1750	600	0,0	230
5.1.	Melosira varians		1130	380	0,0	320
5.2.	Melosira granulata		360	130	0,0	20
5.3.	Sinedra berlinensis		180	90	0,0	0,0
5.4.	Asterionella formosa		80	0,0	0,0	0,0

Забележка: CFSK-прахообразен коагулант на база алуминиев оксихлорид, предоставен от Ф. "Солво". Анализите са извършени по БДС 2823-83 от Централната химико-бактериологична лаборатория при фирма "ВиК" – София.

Таблица 3

Резултати от физикохимична обработка на вода от р. Негърщица и излужване на утайка с дестилирана вода

№	Показател	Норма Наредба 7	В лабораторни условия			Директно непрекъснато подаване на реагент в реката	
			Речна вода, С, mg/l 21.06.1990	Джар-тест CFS 100mg/l mg/l+ CaO 3g/l	Излужване на утайка, С, mg/l	Речна вода, С, mg/l 10.10.1990	CFS 70 mg/l + вар 13g/l
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	pH	6,0-8,5	3,3	6,9	7,2	3,3	8,5
2.	Разтворени вещества, mg/l	1000	6675	3143	2378	10820	3143
3.	Сульфати,	300	4520	2010	1530	7580	2410
4.	Хлориди,	300	5	20	2,5	20	10
5.	Фосфати,	1,0	11,8	0,4	0,2	11,7	-
6.	Мед, mg/l	0,1	50	0,07	0,03	94	0,01
7.	Манган, mg/l	0,3	43	0,13	0,07	80	0,08
8.	Желязо, mg/l	1,5	21	0,05	0,04	84	0,03
9.	Никел, mg/l	0,2	3,8	0,004	0,003	9	0,01
10	Цинк, mg/l	5	3,7	0,03	0,03	6,5	0,05
11	Кадмий, mg/l	0,01	0,013	0,001	0,0002	0,002	-

Забележка: CFS — течен коагулант на база алуминиев оксихлорид, предоставен от Ф. "Солво" Анализите са извършени по БДС от лабораторията на Централния институт по химическа промишленост, София.

Таблица 4

Пречистване на води от ТМК "Г. Дамянов" с алуминиев оксихлорид и варуване (Джар-тест)

№	РЕАГЕНТИ		ПОКАЗАТЕЛИ						
	Алуминиев оксихлорид. 60 mg/l	Вар, g/l	pH	Мед		Арсен		Желязо	
				С, mg/l	Ефект %	С, mg/l	Ефект %	С, mg/l	Ефект %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Сурова вода от ТМК		3,0	4,25		4,57		2,50	
2.	CFS**	2	12	0,08	98,12	0,53	88,40	0,04	98,40
3.	CFS*	1	10	0,04	99,06	1,00	78,12	0,02	99,92
4.	CF**	1	10	0,03	99,29	0,89	80,53	0,02	99,92
5.	CFS**	0,14	7	0,02	99,53	0,48	89,50	0,01	99,60
6.	CFS*	0,14	7	0,03	99,29	0,035	99,23	0,04	98,40
7.	CP**	0,14	7	0,00	100	0,07	98,47	0,02	99,92

Забележка : CF — алуминиев оксихлорид марка А, предоставен от Ф "Солво"

CFS — алуминиев оксихлорид марка Б, предоставен от Ф. "Солво"

* — реагентът е прибавен след неутрализация с вар

** — реагентът е прибавен преди неутрализация с вар

Анализите са извършени по БДС от лабораторията на ТМК "Г. Дамянов" на 11 декември 1990 г.

Таблица 5

Пречистване на вода от яз. Тополница с алуминиев оксихлорид (Джар-тест)

Проба №	Реагент		Арсен	
	марка	доза, mg/l	количество, mg/l	ефект на пречистване, %
1	2	3	4	5
1.	Вода от яз. Тополница		0,30	-
1	CF	50	0,01	96,7
3.	CFS	25	0,05	83,3
4.	CFS	50	0,02	93,3
5.	CFS	100	0,01	96,7
6.	CFS	150	0,01	96,7
7.	CFFS	150	0,01	96,7

Забележка: CFFS — алуминиев оксихлорид марка В, предоставен от Ф. "Солво".

Анализите са извършени по БДС 2823-83 от лабораторията на Централния институт по химическа промишленост — 8.10.90

Таблица 6

Пречистване на вода от черпателя на помпена станция "Извора" гр. Монтана с алуминиев оксихлорид (Джар-тест)

Проба №	Реагент		Арсен	
	марка	доза, mg/l	количество, mg/l	степен на пречистване, пъти
1	2	3	4	5
1.	Вода от ПС "Извора"		0,026	
2.	CFS	25	0,0012	21,67
3.	CFS	50	0,0006	43,3
4.	CFS	75	0,0030	8,67
5.	CFSK	100	0,0031	8,39

Забележка: Анализите са извършени по БДС 2823-83 от лабораторията ЕООД "ВиК" гр. Монтана - 3.02.1994 г.

достигане на нормативните стойности и по тези показатели е необходимо завишаване на дозата коагулант или разреждане, чиято икономическа целесъобразност следва да се оцени при практическата реализация на метода.

Посочените по-горе данни показват, че пречистването на замърсените води от речното течение на Негършица в естествени условия може да се осъществи без строителството на големи пречиствателни съоръжения.

3. ТМК "Г. ДАМЯНОВ" И ЯЗОВИР ТОПОЛНИЦА

Сериозен екологичен проблем за страната е наличието на арсен във води и почви. Особено високи концентрации на арсен са регистрирани във водите, отпадащи от ТМК "Г. Дамянов" гр. Пирдоп, обуславящи последващото замърсяване както на яз. Тополница така и на поречието на р. Марица. С използването на реагенти от типа CFS е постигнато в лабораторни условия отстраняване на арсен под нормативните стойности от отпадъчните води на ТМК "Г. Дамянов" и яз. Тополница (таблица 4,5).

4. Град МОНТАНА - ЧЕРПАТЕЛ НА ПОМПЕНА СТАНЦИЯ "ИЗВОРА"

Една възможност за решаване проблема на снабдяването на гр. Монтана с питейна вода е пречистването на 400 l/8 вода от резервния водоизточник "Извора" с единствен замърсител арсен. За проверка на тази възможност бяха проведени предварителни експерименти за пречистване с реагентите от типа CFS. От данните, представени в табл. 6, се вижда, че с доза 25 mg/l се достига стойност от 0,001 mg As/l. Допълнителните технологични изследвания проведени при широки граници на параметрите на физикохимичната обработка на вода от "Извора" с реагент CFS потвърдиха високата му ефективност. Независимо от значителните вариации в условията на третиране на водата и дозирането на реагента при всички опити се достигна до намаляване на съдържанието на арсен от 0,05 mg/l в изворната вода до около 0,001 mg/l в пречистената.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведените изследвания за приложение на реагента CFS (търговска марка solvo®) показват, че при обработката на вода с тези реагенти се отстраняват всички колоидно дисперсни частици включително фито- и зоопланктон. Отстраняват се и йонно разтворените токсични елементи (олово, мед, цинк, никел, кадмий, манган, желязо, хром, живак, арсен и др.),

независимо от формата под която те са във водата. С използването на CFS се намалява вероятността и практически се отстранява възможността за образуване на трихалометани при хлориране на повърхностни води, тъй- като техните първопричинители се отделят още на етапа физикохимична обработка на водата, който е в началото на всяка станция.

Успоредно със същественото подобряване на качествения показатели на водата високата коагулираща, флокулираща и сорбираща способност на реагента от типа CFS облекчава натоварването на пречиствателните съоръжения в последващите етапи на обработка, благоприятстващо вземането на икономични технологични решения.

Отдаването на приоритетно значение на производството и приложението на тези реагенти позволява изграждането на пречиствателни станции за питейни и отпадъчни води със значително намаляване на необходимите капиталовложения и експлоатационни разходи.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Авторско свидетелство № 28756/1976 НРБ.
2. Kungl patent 77 12594 - 6 - OCH Registeringsverket, Stockholm, 25.11.1982.
3. Pateht 61018 - OCH Registerstyrelsen, Suomi-Finland, 10.05.1987.
4. М а т е в Б., Ив. З л а т е в а, Хр. Добрев, Д. Трендафилов. Основен алуминиев хлорид (ОАХ — 15) — нов български коагулант за питейни води. Хидротехника и мелиорации, 2, 1980.
5. Dobrev Chr., D. Trendafelov, P. Dobreva. Basische Aluminiumsalzgekondensierte Phasen veränderlicher Zusammensetzung, Fgeib. Forsch. H. A. 653, 1981.
6. Dobrev Chr., P. Dobreva. Viscositet und Struktur von basischen Aluminiumchlorid -Losungen. Rheol. Acta, 22. 237-242, 1983.
7. Dobrev Chr., Energetische Charakteristik der Kondensation von Aluminiumkationen in verbigen Lösungen, Comm. Dep. Chem. BAS, 16, vol. 4, 1983.
8. Д о б р е в Х., Ф. "Солво", София - Непубликувани данни
9. Велковски Г. и кол. Екологическо проучване на района на МДП "Елаците" и комплексна екологотехнико-икономическа оценка на решения за пречистване на води. Отчет на Института по водни проблеми при БАН, С, 1991.