

**Коагулационна обработка на водата
от язовир “Боровица”- Кърджали
през периода
януари 1998- март 2007 г.**

Христо Добрев

Водата от язовир „Боровица” е уникална по отношение характера на замърсяване. Това е единственият повърхностен водоизточник у нас, водата от който е постоянно мътна в продължение на години през всички сезони. През по-голямата част от годината суровата вода от язовира е с мътност в границите от 10 - 15 mg/l. За периода 1998- 2006 год., мътности, превишаващи 20 mg/l са регистрирани само през зимата (www.solvobq.com). В края на декември 2003 г. за кратък период (25 до 31.12.2003) и през януари- март 2005 г. мътността достигна максималните за последните години стойности от 70- 150 mg/l. Минимални стойности (под 3-4 mg/l) са наблюдавани само през 2000 – 2002 г.

След 2003 г. се регистрира относително постоянната мътност около 10-15 mg/l, обусловена от по-fino дисперсни частици в сравнение с тези, съдържащи се в суровата вода до 2003 г.

Мътността, обусловена от наличието на много фини частици, ниската температура (5-7°C) и периодично появяващия се в язовирната вода разтворен алуминий (Al^{3+}) силно затрудняват работата по пречистването ѝ.

За решаване на техническите проблеми разработихме реагент, специално пригоден към спецификата на водата от язовира (коагулант-флокулант-сорбент CFS-SOLVO®), с който работи пречиствателната станция от 1998 до юли 2006 г. През този период упражнявахме постоянен авторски контрол и наблюдение, като адаптирахме свойствата на реагента към промените в параметрите на суровата вода. Така успяхме да стабилизираме технологичния режим на станцията и да осигуряваме питейна вода с гарантирано качество.

Появата на по-fino дисперсни (колоидни) частици, определящи постоянната устойчива мътност след 2003 г. наложи и непрекъснато подаване на коагулант с доза, повишена от 3 до 5 mg Al_2O_3/l .

През февруари 2006 г., по нареждане на Управителя на В И К Кърджали с цел икономии са започнали опити (без наше участие) за намаляване дозата на коагуланта, а към водопроводната мрежа е подавана мътна вода. След протести от населението, на 4 април 2006 г. от РИОКОЗ Кърджали поясняват: „Питейната вода в Кърджали не е опасна за здравето, въпреки повишената ѝ мътност... В последните няколко дни повишената мътност на питейната вода е вследствие на дъждовете, което заостри вниманието на инспекцията.” (http://www.riokoz.kardjali.com/n_04_2006.htm)

През май 2006 г. започват опити за замяна на прилагания от 1998 г. коагулант-флокулант-сорбент CFS-SOLVO®.

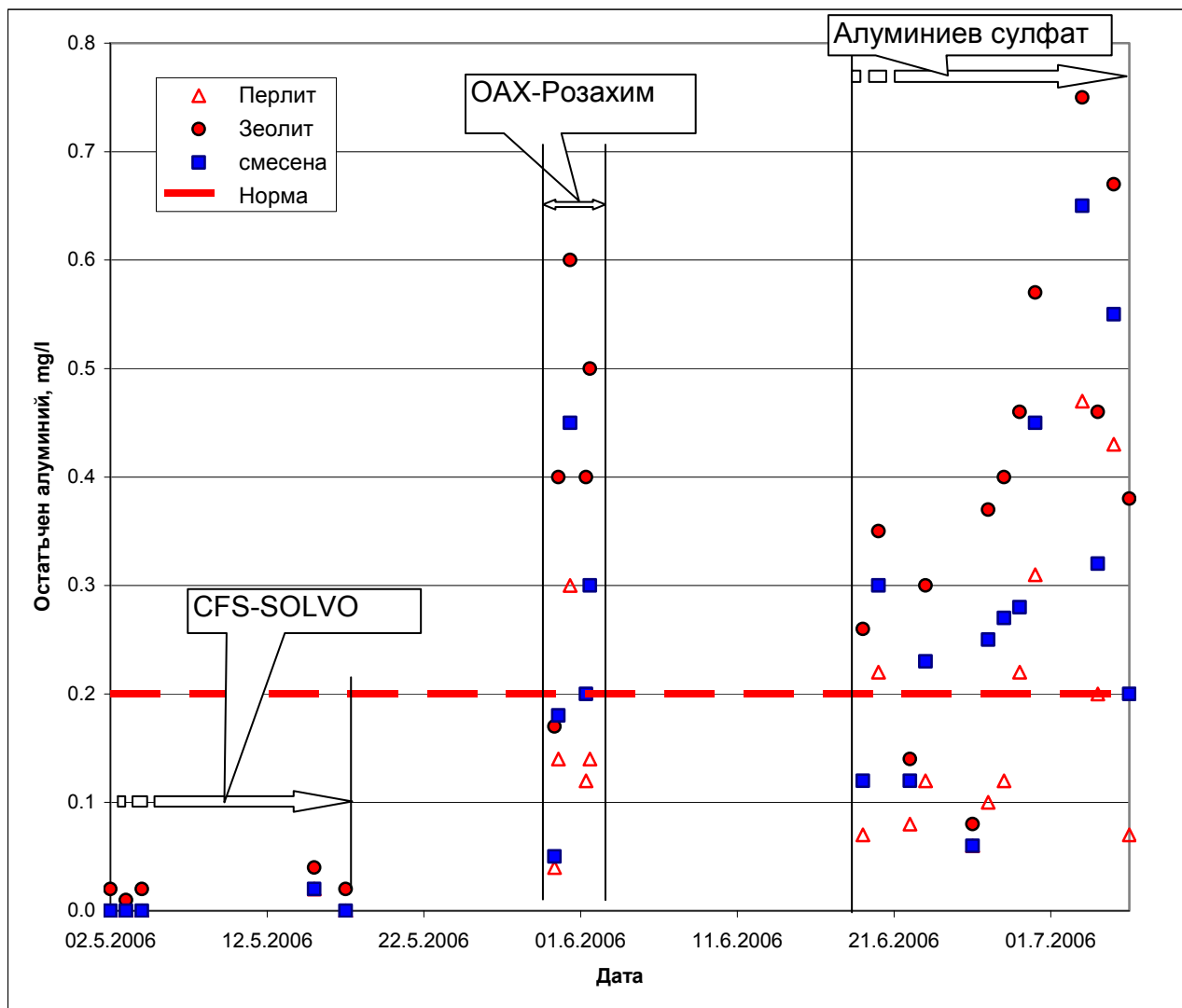
Използвани са полиалуминиев хлорид, производство на Розахим АД гр. Горна Оряховица и румънски алуминиев сулфат, доставен от Ремекс ООД.

При тези опити за дълъг период драстично се нарушават санитарно хигиенните норми за качеството на питейната вода. Контролните органи мълчат.

Незадоволителните резултати от опитите обсъдихме детайлно с Управителя на ВИК и Началника на пречиствателната станция (6.07.2006 г.), като набелязахме и някои мерки за стабилизиране режима на пречистване. Противно на констатациите от това обсъждане, пречиствателна станция „Боровица” премина към постоянно използване на алуминиев сулфат.

За тези нарушения информирахме всички отговорни инстанции, а ВТВ излъчи кратко съобщение. Последваха нелепи обяснения и откровени лъжи от отговорните лица от ВИК и РИОКОЗ Кърджали (<http://www.rodopipress.com/2006/07/18/aluminium-water/>).

На следващите фигури, построени по данни от лабораторния дневник на пречиствателната станция са представени резултати от проведените експерименти:



Фиг. 1. Съдържание на остатъчен алуминий във водата след преминаване през филтрите с перлитов и зеолитов пълнеж и смесената вода (на изход от пречиствателната станция), подавана към водопроводната мрежа, в зависимост от използвания коагулант.

Както се вижда, след преустановяване подаването на CFS-SOLVO®, започва силно колебание в стойностите на остатъчния алуминий, свидетелстващо за неустойчива работа на пречиствателната станция и невъзможност да се осигури на изхода ѝ вода с необходимото качество.

Резултатите доказват категорично, че полиалуминиевия хлорид и алуминиевия сулфат са неподходящи коагуланти за третиране на водата, постъпваща в пречиствателната станция. Този факт бе известен още през 1998 г., когато се прие решението за замяна на алуминиевия сулфат с CFS-SOLVO®, въпреки по-големите разходи за последния.

От данните на пречиствателната станция се вижда, че след замяната на коагуланта, няма ден в който към населението да е подавана вода, отговаряща на изискванията на Наредба №9/16.03.2001, в която е записано:

Приложение № 1 към чл. 3, т.	Показатели с индикаторно значение	Единица	Таблица В
Показател	МС	Единица	Забележка
Алуминий	200	µg/l	
Мътност	Приемлива за потребителите и без значими колебания спрямо обичайното за показателя		Забележка ⁽⁴⁾ и ⁽⁵⁾

⁽⁴⁾ В случай на обработка на вода от **повърхностни водоизточници** стойността на показателя на изхода на пречиствателната станция не трябва да превишава стойност, еквивалентна на **1 нефелометрична единица мътност**, според метода за определяне на показателя.

⁽⁵⁾ Определянето на показателя е съгласно § 4 ПЗР от наредбата.

Приложение № 2 към чл. 7, т. 1		Мониторинг	Таблица А
Минимум показатели за анализ при постоянния мониторинг			
Показател			Забележки
Алуминий			Забележка ⁽¹⁾⁽³⁾
Мътност			

Забележки:

⁽¹⁾ Определя се, ако се използват **алуминийсъдържащи коагуланти**.

⁽³⁾ С изключение на случаите, уточнени в забележките, показателят се мониторира по схемата, определена за периодичния мониторинг.

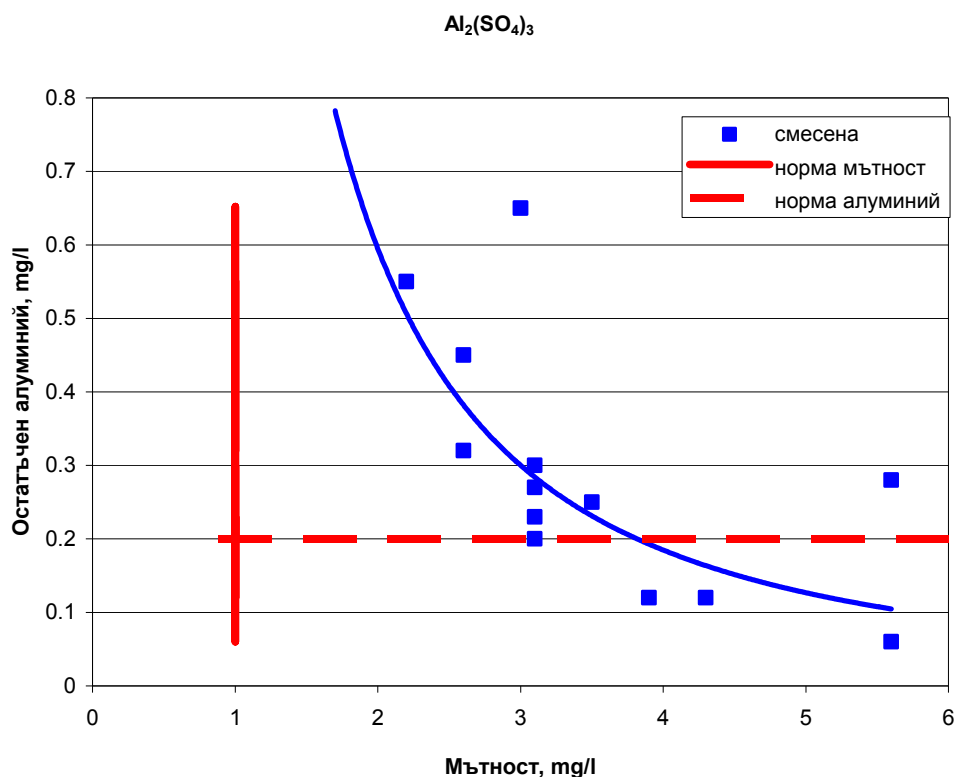
Следователно, Наредба №9/16.03.2001 регламентира: за вода от повърхностен водоизточник (каквто е язовира), обработена с алуминий съдържащ коагулант и двата параметъра- мътност и алуминий подлежат на постоянен мониторинг и не трябва да превишават нормите. Всяко друго тълкуване противоречи на наредбата.

Пренебрегването на мътността е не само нарушение на наредбата, но и недопустимо във връзка със същността на процесите, протичащи при пречистване и консумация на водата.

Хидролизата на хидратираните алуминиеви йони $[Al(H_2O)_6]^{3+}$ започва в момента на смесване на работния разтвор на коагуланта със суровата вода и продължава до достигане на привидно равновесие между течната фаза и съществуващата с нея твърда фаза (утайка). По пътя към равновесието се формират различни малко разтворими продукти, а съдържанието на алуминий (остатъчен, разтворим- преминаващ през филтър 0.22 μm) в течната вода намалява във времето.

Хидролизните процеси трябва да приключат на пречиствателната станция, като утайката се отдели на филтрите, а към водопроводната мрежа постъпи бистра вода, без разтворен алуминий. Както показва опита, за пречиствателна станция „Боровица” това практически е непостижимо при използване на алуминиев сулфат, особено след настъпилите през последните години промени в посока нарастване дела на колоидно дисперсните частици в суровата вода.

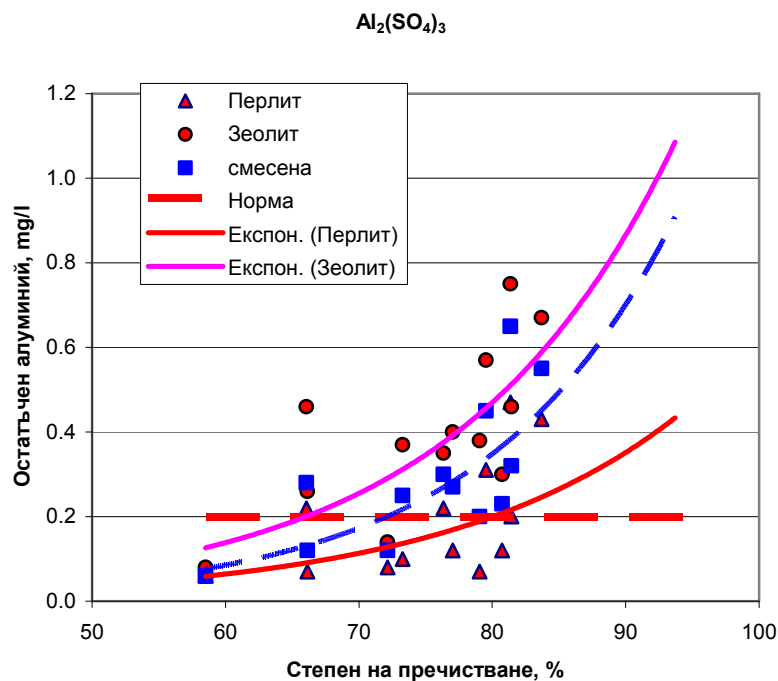
Данните от Фиг.2 показват, че единичните случаи на ниски стойности на остатъчен алуминий са регистрирани само при голяма мътност- т.е. когато е намалена дозата или спряно подаването на алуминиев сулфат.



Фиг. 2. Зависимост между съдържанието на остатъчен алуминий и мътността на водата (на изход от пречиствателната станция), подавана към водопроводната мрежа при работа с коагулант алуминиев сулфат (от 19.06.2006 до 06.07.2006).

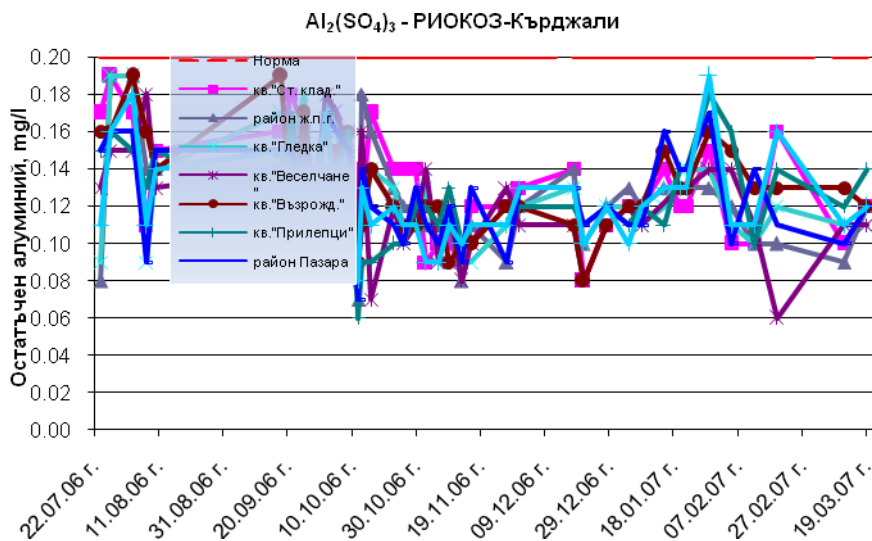
Връзката между тези показатели е илюстрирана и на следващата Фиг.3. Ясно е очертана тенденцията на силно нарастване стойностите на остатъчния алуминий с увеличаване степента

на пречистване, която потвърждава извода за невъзможно достигането на достатъчно пречистване без съществено превишаване на нормата за остатъчен алуминий.



Фиг. 3. Зависимост между съдържанието на остатъчен алуминий и степента на пречистване с коагулант алуминиев сулфат (от 19.06.2006 до 06.07.2006) .

Направените от нас изводи за неустойчив технологичен режим на пречиствателната станция при работа с алуминиев сулфат се потвърждават и от данните на фиг.4.



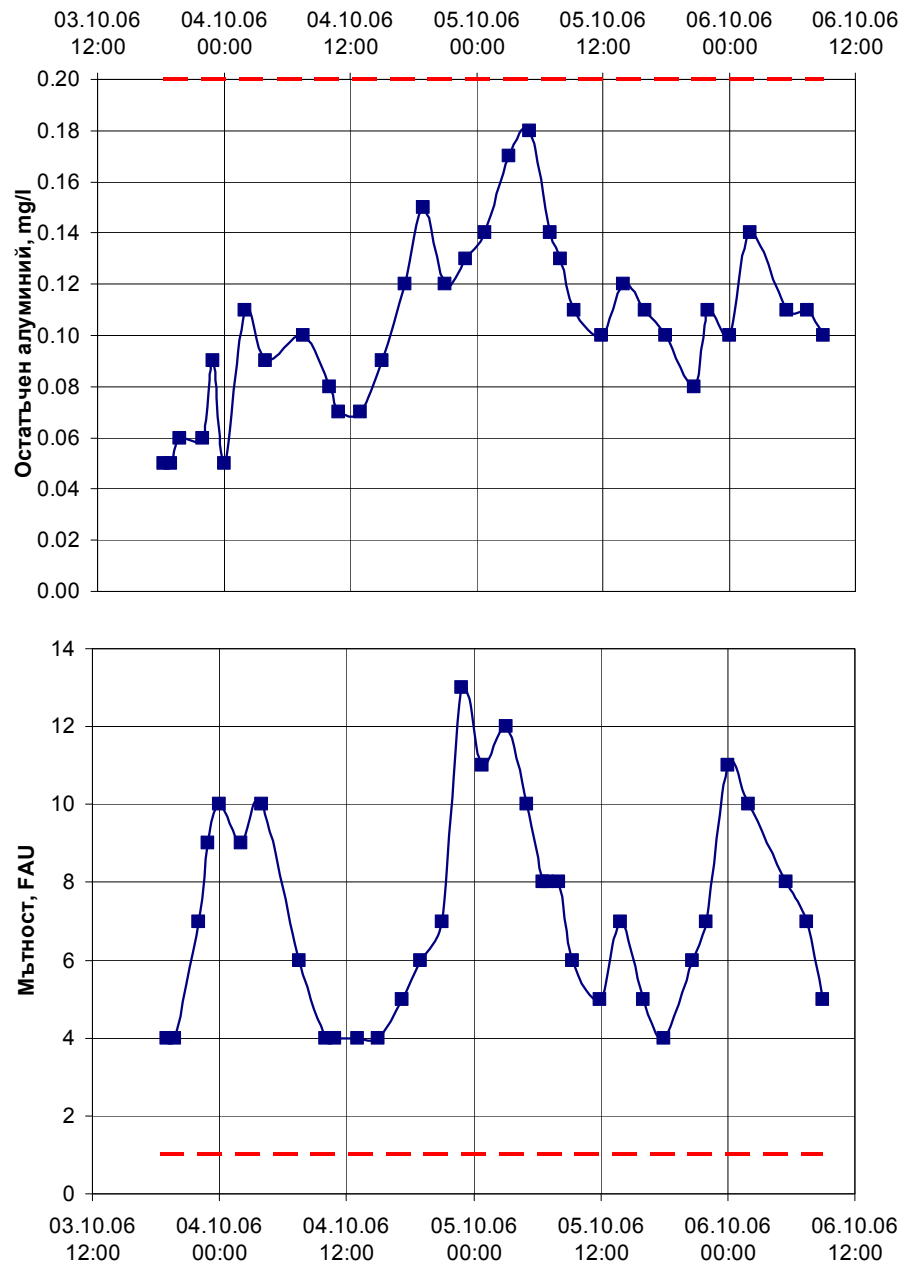
Фиг.4. Съдържание на остатъчен алуминий във вода от различни пунктове в гр. Кърджали (по данни от РИОКОЗ, <http://www.riokoz.kardjali.com/>)

Съдържанието на алуминий в питейната вода, е твърде високо и често близо до нормата, а мътноста (не посочена от РИОКОЗ) винаги превишава няколко пъти 1 NTU (FAU).

По данни на Аквалаб (апаратура и реактиви на Merck) на 10.08.2006 в 7:30 часа водата от постоянно течащата чешмичка до сградата на Община Кърджали бе с мътност 12 FAU и алуминий 0.126 mg/l.

Неустойчивия режим на работа на пречиствателната станция се изразява и в това, че стойностите на наблюдаваните параметри се изменят рязко в кратки интервали от време. Така еднок-

ратно взета проба от даден водоизточник не е показателна за деня, тъй като след няколко часа резултата може да е съвсем различен (Фиг. 5):



Фиг.5. Съдържание на остатъчен алуминий и мътност на вода от чешма в центъра на Кърджали (по данни на Аквалаб- анализа е с апаратура и реактиви на Merck).

Стремежа да не се превишава нормата за алуминий води до ниска степен на пречистване, поради което водата в Кърджали винаги е мътна- факт, пренебрегван от РИОКОЗ в нарушение на Наредба №9/16.03.2001.

Многочатните коментари от специалисти от РИОКОЗ и ВИК- Кърджали, че мътността е само индикаторен параметър и няма отношение към здравето на хората е несъстоятелно и противоречи на редица изследвания и норми, например подробно описани в:

http://www.epa.gov/safewater/mdbp/pdfs/lt1eswtr/guidance_lt1_turb.pdf

<http://www.epa.gov/safewater/mdbp/lt1eswtr.html>

и много други публикации.

Действително мътността е индикатор за неправилна обработка на водата:

Table 1-2. Primary Drinking Water Regulations Related to Microbiological Contaminants

Compound	MCLG (mg/L)	MCL (mg/L)	Potential Health Effects	Sources of Drinking Water Contamination
Turbidity (Мътност)	N/A	TT	Indicates water treatment failure and pathogens in drinking water (Индикатор за неправилно третиране на водата и патогени)	Particles from storm runoff, discharges into source water, and erosion

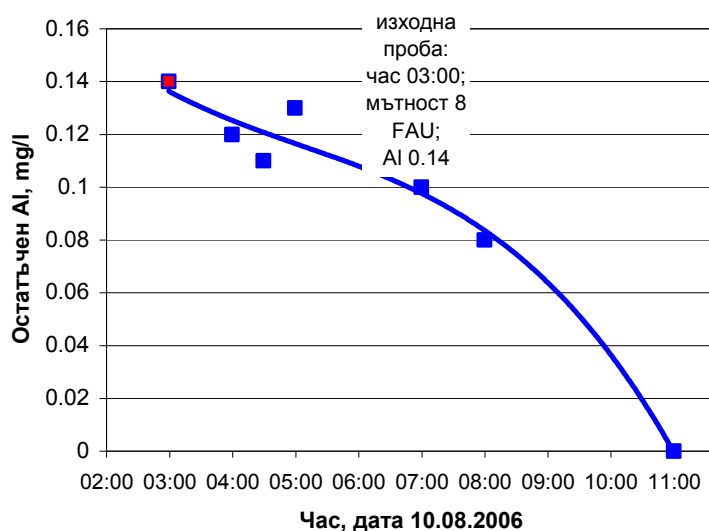
Source: AWWA Internet, 1997.

1TT = Treatment technique requirement in lieu of MCL as established in 40 CFR §141.70.

2 No more than 5.0 percent positive if >40 samples/month. No more than 1 positive if <40 samples/month

Постоянната мътност на водата след пречистване с неподходящ и в недостатъчно количество коагулант крие значим здравен риск не само защото се касае за повърхностен водоизточник, а и поради неизбежно протичащата във водопроводната мрежа вторична коагулация. При това в тръбопроводите (особено в застойните участъци) се натрупва утайка, която е подходяща среда за развитие на различни микроорганизми.

Доказателство за вторична коагулация е намалението на остатъчния алуминий във водна проба при престояване (Фиг. 6).



Фиг. 6. Съдържание на остатъчен алуминий в зависимост от времето на престой на проба, взета от постоянно течащата чешмицка до сградата на Община Кърджали. (по данни на Аквалаб- анализа е с апаратура и реактиви на Merck)

Интензивно протичащата вторична коагулация в мътната вода на Кърджали налага анализа да се извършва непосредствено след вземане на пробата, тъй- като дори краткия престой опорочава резултата, а след 6-8 часа цялото количество алуминий преминава в утайката, т.е. чрез анализ се установява нулева стойност за разтворен алуминий.

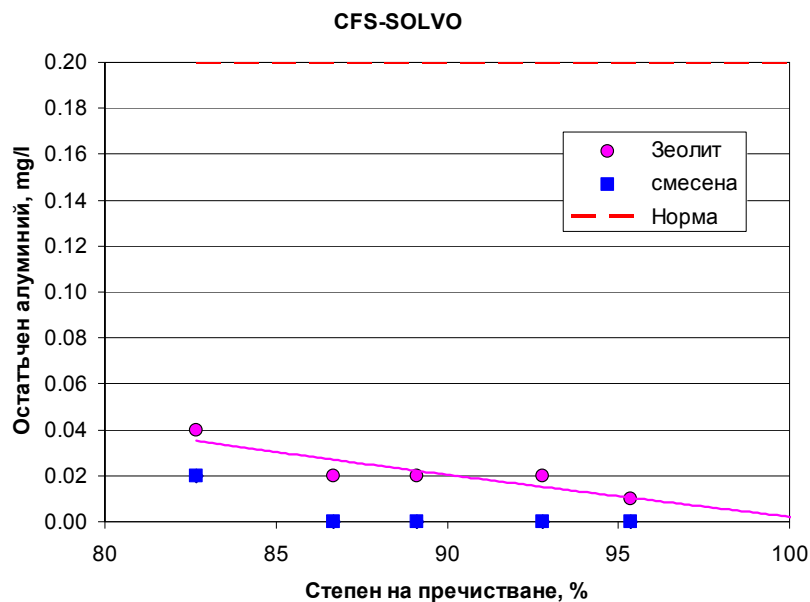
Във всички случаи за консумация на населението от Кърджали се предоставя вода, съдържаща наред с природни замърсители, постъпващи от язовира и продуктите от хидролизата на алуминиевия сулфат.

В тази връзка интерес представлява поведението на сложната смес от частици, придаващи мътността на водата след попадане в стомаха на човека. Както е известно, пряко получената утайка от алуминиеви хидроксо соли и хидроокис е лесно разтворима в разредени киселини и в стомаха алуминия ще премине в резорбируема форма. Влиянието на стареенето върху разтворимостта на утайката бе проследено при следващия експеримент.

Водна проба, взета от чешмицката до сградата на Община Кърджали на 10.08.2006 в 11 часа с мътност 12 NTU и алуминий 0.12 mg/l бе оставена да отлежи в продължение на шест де-

ноношия. След прибавяне на солна киселина (в количество, необходимо за получаване на 0.1 п разтвор- изкуствен стомашен сок) пробата се темперира в продължение на един час при 37°C . Измерена е концентрация на разтворен алуминий 0.1 mg/l (по данни на Аквалаб- анализа е с апаратура и реактиви на Merck). Следователно дори и след продължително стареене повече от 80 % от съдържащия се в утайката алуминий ще премине в резорбируема форма в човешкия стомах.

Вижда се, че жонглирането с двата взаимно свързани параметъра остатъчен алуминий-мътност с цел достигане на някакво приемливо съотношение между тях е технически абсурд и неоправдан здравен риск за населението при наличието на доказано през годините решение:



Фиг. 7. Зависимост между съдържанието на остатъчен алуминий и степента на пречистване с коагулант CFS-SOLVO® (от 02.05.2006 до 17.05.2006).

Данните, представени по-горе показват, че от разглежданите на този етап коагуланти единствено с CFS-SOLVO® може да се реши задачата за осигуряване на достатъчно чиста и безопасна за здравето на хората от Кърджали питейна вода.

По отношение икономическите параметри на коагулационната обработка на водата от язовир „Боровица” следва да се отчита следното:

- На сравнение подлежат цените на коагуланти, чрез които може да се достигнат качествените показатели на питейната вода според изискванията на Наредба № 9/ 16.03.2001. Сравнението на цената на CFS-SOLVO® с тази на полиалуминиев хлорид и на алуминиев сулфат е недопустимо, тъй- като и двата коагуланта са безусловно неприложими към специфичната по своите характеристики вода на язовир Боровица.
- Средният разход за алуминиев сулфат е по- малък не защото продукта е по-евтин, а защото може да се прибавя само в малки дози (не достатъчни за постигане на необходимия пречиствателен ефект), поради появата на остатъчен алуминий в пречистената вода.
- Разхода за коагулант CFS-SOLVO® регистриран в продължение на много години е само **1,5 до 2%** от цената на водата, което е несравнимо по- малко например от загубите във водопроводната мрежа.
- Недопустимо е стремежът на ВИК към икономия (възлизаща на около 1 стотинка на m³ вода), да бъде съпроводен с драстично нарушение на санитарните норми, а на хората да се доставя вода, представляваща здравен риск за тях.

- Работата по оптимизиране действието на CFS-SOLVO® и адаптиране към изменящата се сурова вода продължават с надеждата някой ден вземащите управленски решения да чуят мнението на специалистите и проявят грижа към хората.

Март 2007 г.

СОЛВО ООД www.solvobg.com