



УНИВЕРСИТЕТ
ПО АРХИТЕКТУРА
СТРОИТЕЛСТВО
И ГЕОДЕЗИЯ



РЕШАВАНЕ НА ПРОБЛЕМА С НАЛИЧИЕТО НА ШЕСТВАЛЕНТЕН ХРОМ В ПОДЗЕМНИТЕ ВОДИ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА ПИТЕЙНО- БИТОВИ НУЖДИ В РЕДИЦА НАСЕЛЕНИ МЕСТА В БЪЛГАРИЯ

гл. ас. д-р инж. Ирина Ангелова
проф. д-р инж. Петър Калинков



БЪЛГАРСКА
АСОЦИАЦИЯ ПО
ВОДИТЕ



НТИ
BULGARIA



1. Актуалност на проблема

- Максималната допустимата концентрация на общ хром (три и шествалентен) във води, използвани за питейно – битово водоснабдяване в България и ЕС е 0,050mg/L (50µg/L).
- Шествалентният хром е класифициран като токсичен за животни и хора и се знае, че е канцерогенен.
- Начини на попадане на хром в човешкия организъм:
 - ✓ Питейна вода
 - ✓ Храна
 - ✓ Въздух
 - ✓ Тютюнопушене
 - ✓ Професионално облъчване
 - ✓ Прах, мръсотия.

Историята на замърсяването в област Плевен:

- Постоянно наличие на шествалентен хром в природните води датиращо от началото на периодичния мониторинг на водите в България;
- Наличие на хром във водосборните басейни на р. Искър, р. Вит, р. Осъм и р. Янтра;
- Сходни характеристика на почви и скали в региона.

Характерни особености :

- Средно съдържание на хром - между 50 и 100 μ g/L;
- Над 90% от съдържащият се във водата хром е шествалентен;
- Водоизточници – плитко лежащи подпочвени води.

Възможни алтернативи:

- Изграждане на нови водоизточници, съдържащи хром в рамките на нормативните изисквания;
- Подходящо смесване на водата с вода от водоизточници не съдържащи хром;
- Изключване на водоизточниците с трайно съдържание на хром;
- Пречистване на водите съдържащи хром.

Решение:

Единствено технико — икономически обосновано решение остава намирането на оптимална технология за пречистването на води, съдържащи шествалентен хром.

2. Основа на настоящата разработка

Дисертационен труд на тема: Отстраняване на шествалентен хром от подземни води, предназначени за питейно – битови нужди.

- Доказано е, че оптимален метод за пречистване на природни води от Cr(VI) е йонният обмен.
- Определени са:
 - Адсорбционният капацитет на силноосновна смола в експлоатационни условия;
 - Височината на насищане на слоя смола;
 - Продължителността на филтроцикъла;
 - Необходимите обеми регенериращ разтвор и вода за промивка след регенерацията.

- Проучени са:
 - Влиянието на скоростта на потока върху адсорбционната способност на използваната смола;
 - Влиянието на височината на йонообменния слой върху адсорбционната способност на използваната смола;
 - Влиянието на поредността на регенерацията върху адсорбционната способност на използваната смола;
 - Алтернативи за третиране на генерираните технологични отпадъчни води (ТОВ).

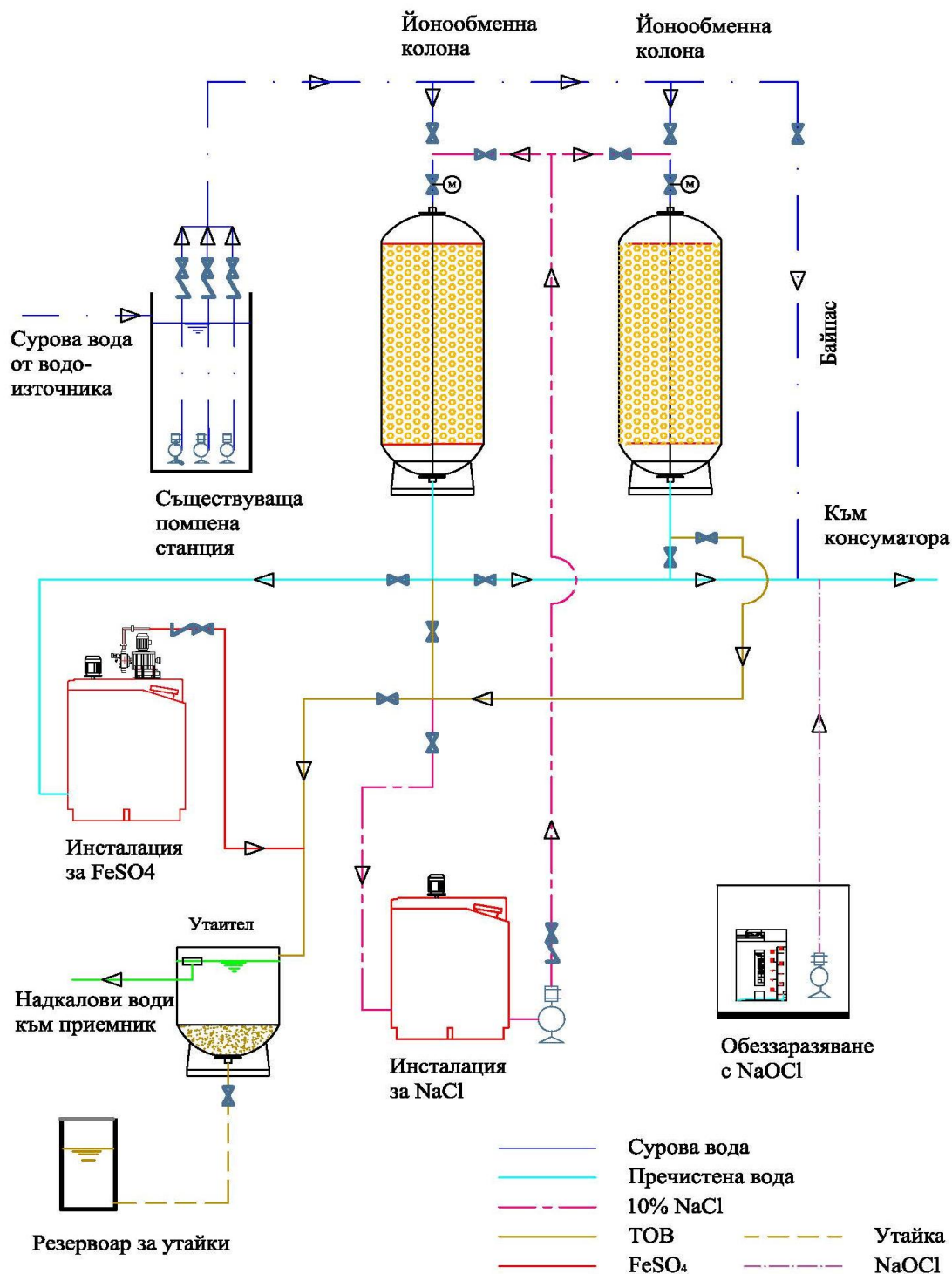
На база на получените резултати е изготвена методика за оразмеряване на йонообменна инсталация, запълнена със силноосновна анионообменна смола Lewatit M510. В оразмерителната методика е включено стъпало за пречистване на природни води чрез метода йонообмен, стъпало за регенерация на изтощената йонообменна смола и стъпало за третиране на технологичните отпадъчни води от регенерацията.

3. Практически пример

Оразмеряване и остойностяване на ПСПВ с дебит 2 L/s за с. Божурица, Област Плевен

Качествени показатели на водите във водоизточника на с. Божурица, Област Плевен

Показател	Мерна единица	Наредба №9	с. Божурица
pH	-	6,5-9,5	7,68
Хром	µg/L	50	104
Електропроводимост	µS/cm	2000	987
Перм. окисляемост	mgO ₂ /L	5	0,8
Хлориди	mg/L	250	26,3
Калций	mg/L	150	60
Магнезий	mg/L	80	54
Обща твърдост	mgeqv/L	12	7,64
Сульфати	mg/L	250	49
Фосфати	mg/L	0,5	0,03
Желязо	µg/L	200	32



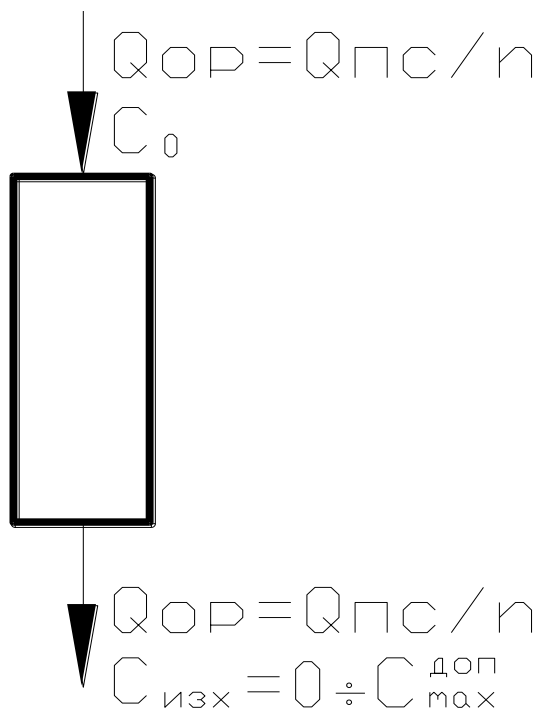
Технологична схема:

- Входно измервателно устройство
- Йонообменни колони
- Инсталация за обеззаразяване
- Съдове за реагенти, оборудвани с дозаторни помпи и бъркалки
- Утайтел за технологични отпадъчни води
- Резервоар за утайки
- Изходно измервателно устройство

Вариант I

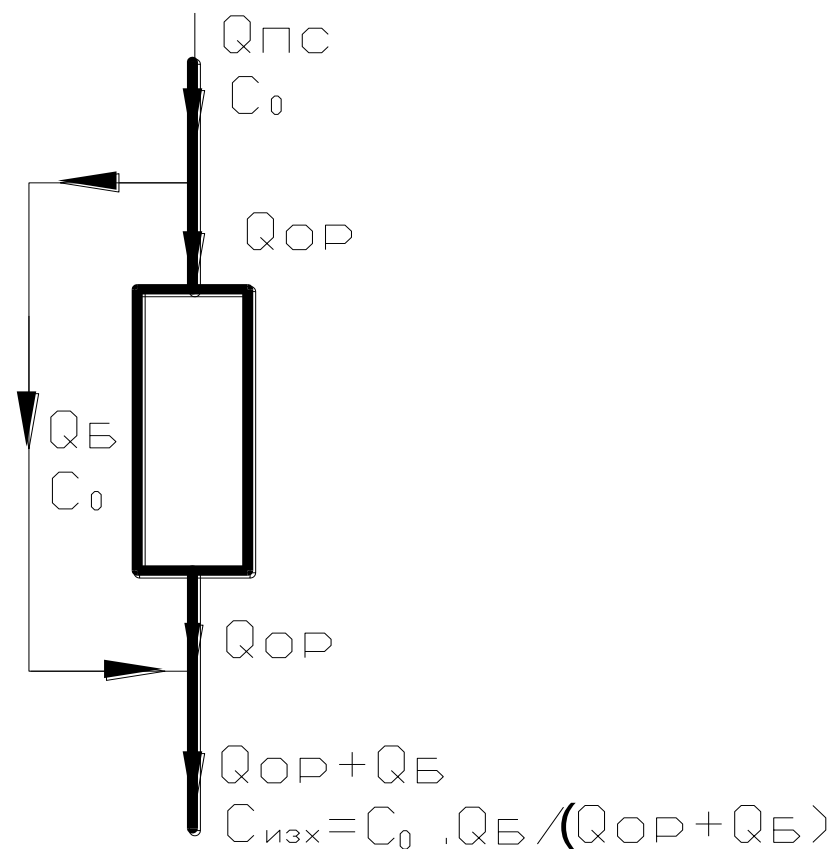
$$Q_{op} = \frac{Q_{ПС} - Q_B}{n} \quad (l/s)$$

$$Q_B = f_B \cdot Q_{ПС} = \frac{C_{\max}^{дон} \cdot Q_{ПС}}{C_0} \quad (l/s)$$



Вариант II

$$Q_{op} = \frac{Q_{ПС}}{n} \quad (l/s)$$



Технически параметри на пречиствателната станция

№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
				I вариант	II вариант
Входни данни					
1	Водно количество на ПС	$Q_{\text{ПС}}$	L/s	2	2
2	Средна начална концентрация на хромати в суровата вода	C_0	mg/L	0,1	0,1
3	Максимално допустима концентрация на хром на изхода на колоната	$C_{\text{изх}}$	mg/L	0,05	0,05
4	Експериментален сорбционния капацитет на смолата	q_{YN}	mg/g	0,4	0,4
5	Температура на суровата вода	t	°C	10	10
6	Плътност на водата при зададената температура	$\rho_{\text{в}}$	kg/m ³	999,73	999,73
7	Плътност на частиците на смолата	$\rho_{\text{ч}}$	g/L	1080	1080
8	Насипна плътност на смолата	$\rho_{\text{см}}$	g/L	690	690
9	Плътност на 10% NaCl	ρ_{NaCl}	kg/m ³	1070,7	1070,7
10	Среден диаметър на частиците	$d_{\text{ч}}$	mm	0,61	0,61
11	Земно ускорение	g	m/s ²	10	10
12	Динамичен коефициент на вискозитет на водата	μ	P	0,01307	0,01307

№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
				I вариант	II вариант
Оразмерителни данни					
1	Брой колони	n	бр.	2	2
2	Оразмерително водно количество на 1 колона	Q _{ор}	L/s	0,5	1
3	Ефект на регенерация	η		0,95	0,95
4	Работен сорбционния капацитет на смолата	q _{раб}	mg/g	0,38	0,38
5	Избрана скорост на филтрация	v	m/h	10	10
6	Изчислителен диаметър на колоната	D	m	0,48	0,68
7	Диаметър на колоната	D	m	0,5	0,7
8	Скорост на филтрация при форсиран режим	v _ф	m/h	18,34	18,72
9	Продължителност на филтроцикъла	t _{експ}	h	360	500
10	Височина на смолата в колоната	H _к	m	1,15	1,15

№	Параметър	Означение	Дименсия	Стойност	
				I вариант	II вариант
Оразмерителни данни					
11	Напорни загуби в колоната	$h_{\text{кол}}^{\text{заг}}$	m	1,6	1,6
12	Обем на необходимия регенериращ разтвор за 1 регенерация	$V_{\text{рег}}$	m^3	0,45	0,88
13	Обем на промивната вода	$V_{\text{пром}}$	m^3	11,25	22,05
14	Брой регенерации в годината	$N_{\text{рег}}$	бр./год	24	18
15	Необходимо количество NaCl за година	M	kg	2344,84	3309,03
16	Обем на съда за съхранение на разтвор на натриев хлорид за 2 регенерации	$V_{\text{съд}}^{\text{NaCl}}$	m^3	0,9	1,8
17	Годишен разход на железен сулфат	X_{FeSO_4}	kg	25,1	35,4
18	Обем на съда за съхранение на разтвор на железен сулфат за 10 регенерации	V_{FeSO_4}	m^3	0,034	0,067
19	Обем на утайтелното съоръжение за ТОВ	$V_{\text{ут}}$	m^3	0,56	1,1

Остойносттаване на предложените варианти решения

Разходи за:

- строителни работи,
- монтажни работи,
- доставка на машини и съоръжения
- непредвидени разходи в размер на 4%
- печалба от 10%
- допълнителни разходи за техническа документация, за организация и контрол, за въвеждане в експлоатация, за такси и приемателни комисии и за пуск и наладка на станцията.

- Амортизационен срок - 25 години, общата амортизационна норма е 4%.
- Експлоатационни разходи - разходи за реагенти, транспорт на утайки и изтощена йонообменна смола, електроенергия. Заложена е подмяна на йонообменната смола веднъж на 5 години
- Разходите за електроенергия са определени при средна цена на ел.енергията 0.16329лв./kWh. Средната цена е определена на база действащи през 2014г. цени на ел. енергията на ЧЕЗ Разпределение България АД.

№	Основни данни и показатели	Мярка	Стойност Вариант I	Стойност Вариант II
1	<i>Годишна мощност на ПСПВ</i>	м ³ /год	2 628	2 628
2	<i>Еднократни разходи</i>	лв.	46 280	50 266
2.1.	Строителни работи	лв.	12 250	12 250
2.2.	Монтажни работи	лв.	2 518	3 765
2.3.	Машини и съоръжения	лв.	16 769	19 333
2.4.	Допълнителни разходи	лв.	14 743	14 918
3	<i>Год. експлоатационни разходи</i>	лв./год	1 027	1 033
3.1.	Реагенти, материали и транспорт	лв./год	1 006	1 008
3.2.	Електроенергия	лв./год	21	25

№	Основни данни и показатели	Мярка	Стойност Вариант I	Стойност Вариант II
4	<i>Амортизационни отчисления</i>	лв./год	1 851	2 011
5	<i>Капиталоемкост на 1м³ преч.вода</i>	лв./м ³	17,61	19,13
6	<i>Електроенергия - използвана</i>	kWh/год	131	153
7	<i>Енергоемкост на 1м³ преч.вода</i>	kWh/м ³	0,05	0,06
8	<i>Годишни разходи на 1м³ преч.вода</i>	лв./м ³	1,1	1,16
9	<i>Приведена стойност</i>	лв.	7 507	8 070
10	<i>Икономически живот на обекта</i>	год.	25	25

Себестойност на 1 m³ пречистена вода

- Стойността на ВиК услугата най-често се заплаща пропорционално от всички консуматори в даден регион.
- ВиК ЕООД Плевен подава около 19 млн.m³/год към потребителите в региона.
- При изграждане на модулни ПСПВ за третиране на Cr(VI) за 25 населени места с дебит 2 L/s себестойността на 1m³ подадена вода ще се увеличи с:
 - ✓ 0,0038лв/m³ за Вариант I
 - ✓ 0,0040 лв/m³ за Вариант II.

Благодарности

Авторите изказват искрената си благодарност и признателност на екипа на Водоснабдяване и канализация ЕООД, гр. Плевен за информационното и техническо обезпечаване на проведените полеви изследвания, оказаното съдействие и заинтересованост в решаването на проблема с наднорменото съдържание на шествалентен хром във водите, предназначени за питейно – битови нужди в региона.

БЛАГОДАРЯ ЗА ВНИМАНИЕТО!