

### Спосіб очищення природної і доочищення питної води

Корисна модель відноситься до способів очищення води, а саме до реагентної обробки води шляхом коагуляції і флокуляції, і може бути використаний в технології підготовки питної води із поверхневих та підземних вод, також для доочищення питної води при використанні останньої в харчовій промисловості.

Відомо багато технологічних способів підготовки питної води, що включають процеси окиснення, коагуляції, флокуляції, знезаражування, відстоювання, фільтрування, поєднання яких визначає якість очищеної води.

Відомий спосіб очищення води включає обробку природних вод окисником (хлором), коагулянтном (сульфатом алюмінію), відстоювання і фільтрування (СНіП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. М., 1985. - с.23). Згідно цього способу у змішувач подають хлоровмісний реагент (хлорна вода з вмістом активного хлору 3 – 10 мг/дм<sup>3</sup>) при безперервному перемішуванні, і через 1-3 хвилини – коагулянт –  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18H_2O$ . Воду з доданими реагентами відстоюють після змішування і фільтрують через фільтр з наповнювачем (кварцовий пісок).

Недоліки цього способу наступні: забруднення очищеної води хлорорганічними речовинами, що утворюються внаслідок взаємодії хлору з органічними речовинами вихідної води і практично не вилучаються при наступній обробці води; сульфат алюмінію погано працює при очищенні холодної води ( $t < 4^\circ C$ ), що призводить до високих витрат реагенту та неможливість отримати очищувану воду потрібної якості; високий вміст залишкового алюмінію, який привноситься в очищувану воду з коагулянтном – сульфатом алюмінію; наявність на стадіях водопідготовки складного реагентного господарства, яке шкідливе з екологічного боку.

Найбільш близьким технічним розв'язком до запропонованого способу є спосіб очищення природних вод - Заявка на винахід № 92015047/33 від 28.12.1992. Спосіб очистки маломутных цветных вод. С02F1/52, опубл.

19.06.1995, бюл. №17. Суть способу в наступному: очищення води здійснюють шляхом обробки її сульфатом алюмінію і полідиметилдіаллиламмоній хлоридом з наступним фільтруванням.

Недоліком способу очищення природних вод є незабезпечення технічного результату винаходу. Це зумовлено тим, що сульфат алюмінію ефективний при дестабілізації природних дисперсій з невисоким вмістом зважених глинистих мінералів і колоїдно-розчинних гумусових речовин в інтервалі  $\text{pH} = 5 \dots 7,5$ , крім того він неефективний за низьких температур води, що підлягає очищенню. Висока кислотність сульфату алюмінію у випадку недостатнього лужного резерву води потребує її нейтралізації. Невисока ефективність спостерігається при видаленні сульфатом алюмінію з води органічних речовин.

В основу корисної моделі покладено завдання удосконалити спосіб очищення природної та доочищення питної води шляхом використання композиції реагентів.

Поставлена задача досягається тим, що спосіб очищення природної і доочищення питної води передбачає обробку води композицією коагулянт – флокулянт. Згідно корисної моделі в якості композиції використовується коагулянт – дигідроксосульфат алюмінію, і флокулянт – полідиметилдіаллиламмоній хлорид.

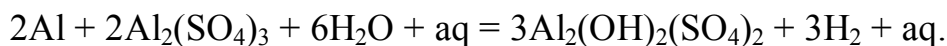
який відрізняється тим, що в якості композиції використовується коагулянт – дигідроксосульфат алюмінію, і флокулянт – полідиметилдіаллиламмоній хлорид.

природної води передбачає коагуляцію природних домішок за допомогою більш ефективного коагулянту – основного сульфату алюмінію.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими ознаками і технічним результатом полягає в наступному.

В якості основного сульфату алюмінію використовується дигідроксосульфат алюмінію (ДГСА) з молекулярним відношенням  $\text{SO}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$

= 2,0. Емпірична формула ДГСА  $Al_2(SO_4)_2(OH)_2$ , який отримуємо згідно реакції взаємодії металічного алюмінію з сульфатом алюмінію:



В результаті отримуємо розчин ДГСА з концентрацією 1%, при якій розчин коагулянту є найбільш стійким.

Переваги ДГСА перед сульфатом алюмінію такі: він працює в ширшому інтервалі рН очищуваної води; потребує меншого лужного резерву і має значно кращу пластівцеутворювальну здатність, особливо за низьких температур очищуваної води; міцели, що утворені в результаті гідролізу, мають вищий позитивний заряд і кращу адсорбційну здатність. Завдяки тому, що ДГСА є більш основним коагулянтом ніж сульфат алюмінію, його розчини менш корозійно агресивні. Його отримання не потребує використання агресивних реагентів, зокрема сульфатної кислоти.

Як флокулянт використовували катіонний полімер – хлорид полідиметилдіаллиламмонію (або поліДАДМАХ) з емпіричною формулою  $-(C_6H_{16}NCl)_n-$ .

Нами проведені дослідження ступеня очищення природної води р.Дніпро за допомогою відомого способу – сульфатом алюмінію та поліДАДМАХОМ та композицією – ДГСА та поліДАДМАХОМ відомим методом пробної коагуляції.

Спосіб реалізується наступним чином. Сульфат алюмінію та ДГСА дозували (по  $Al_2O_3$ ) за формулою:

$$D_1 = 0,15 * (1...3) * \sqrt{K} ,$$

де  $D_1$  - доза сульфата алюмінія або ДГСА, мг/дм<sup>3</sup>, по  $Al_2O_3$ ;

$K$  – кольоровість природної води, град.

Дозу флокулянту  $D_2$  визначали за відношенням:

$$D_2 = (2...2,35) * D_1.$$

Першим з реагентів вводили коагулянт сульфат алюмінію або ДГСА при перемішуванні зі швидкістю 140 об/хв. Через 5-7 хвилин додавали дозу флокулянту і продовжували повільно перемішувати при 40 об/хв на протязі ще 3-5 хвилин для утворення флокул. Після чого розчин відстоювали на протязі 30

хвилин і фільтрували. Річкова вода мала такі показники якості: кольоровість – 112 град, каламутність – 3,3 мг/дм<sup>3</sup>, лужність – 2,75 мг/дм<sup>3</sup>. Показники, за якими оцінювали якість очищеної води: кольоровість, каламутність, залишковий алюміній.

Порівняльну ефективність коагуляції і флокуляції композиціями - сульфат алюмінію з поліДАДМАХом та ДГСА з поліДАДМАХом проводили на тест-мікроорганізмах E.coli, якими попередньо проводили зараження дистильованої води в кількості 10<sup>5</sup> КУО/дм<sup>3</sup>.

Аналіз проводили за загальноприйнятими методиками: залишковий алюміній – за ГОСТ 18165-81, каламутність та кольоровість – за ГОСТ 3351-74, окисність – за ГОСТ 23268.12-78, лужність – за ГОСТ 23268.3-78, рН – за ДСТУ 4077-2001. Коагулянти сульфат алюмінію і ДГСА аналізували згідно ГОСТ 12966-85, реактив «Сульфат алюмінію» згідно ГОСТ 3758-75. Санітарно-бактеріологічний аналіз і відбір проб для мікробіологічного аналізу води проводили за ГОСТ 18963-73.

В усіх прикладах використовували ряд доз коагулянтів, а також, де вказано, ряд доз флокулянтів.

Приклади реалізації способу.

### **Приклад 1.**

В 10 стаканів заливають природну воду в кількості 1 дм<sup>3</sup>, додавали певну кількість коагулянту (сульфат алюмінію або ДГСА), та флокулянту (поліДАДМАХ), які дозували з 1%-их розчинів. Після додавання кожного компоненту воду перемішували певний час при певній швидкості перемішування. Для завершення процесу седиментації суміш витримували протягом 30 хвилин, після чого воду з реагентами фільтрували і визначали фізико-хімічні показники якості очищеної води.

Сукупність суттєвих ознак запропонованого способу очищення води дозволяє значно покращити всі проаналізовані показники води (кольоровість, каламутність, лужність, окисність, залишковий алюміній). Це вигідно відрізняє заявлене технічне рішення від відомих: використання лише сульфату алюмінію

(спосіб 1), чи сульфату алюмінію з поліДАДМАХом (спосіб 2). При цьому слід зазначити, що підвищення ефективності за допомогою заявленої композиції спостерігається у всьому діапазоні доз дигідрокосульфату алюмінію (13,5 - 19,5 мг/дм<sup>3</sup>). Отримані дані представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Приклад	Спосіб	Коагулянт		Флокулянт		Кольоровість, град	Мутність, мг/дм <sup>3</sup>	Залишковий алюміній, мг/дм <sup>3</sup>
		Тип	Доза, мг/дм <sup>3</sup>	Тип	Доза, мг/дм <sup>3</sup>			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Відомий	СА	13.5	-	-	35	1,3	1,60
2			15.0	-	-	34	1,2	1,45
3			16.5	-	-	33	1,1	1,40
4			18.0	-	-	32	1,0	1,30
5			19.5	-	-	31	0,95	1,10
6	Відомий	СА	13.5	ПоліДАД МАХ	2.5	29	0,9	1,07
7			15.0		2.5	28	0,8	1,14
8			16.5		2.5	27	0,7	1,07
9			18.0		2.5	26	0,6	0,98
10			19.5		2.5	25	0,5	0,90
11	Відомий	ДГСА	13.5	-	-	23	0,45	0,57
12			15.0	-	-	22	0,4	0,51
13			16.5	-	-	21	0,35	0,45
14			18.0	-	-	20	0,3	0,38
15			19.5	-	-	19	0,25	0,30
16	Запропонований	ДГСА	13.5	ПоліДАД МАХ	2.5	21	0,4	0,44
17			15.0		2.5	20	0,35	0,39
18			16.5		2.5	19	0,3	0,32
19			18.0		2.5	18	0,25	0,27
20			19.5		2.5	17	0,2	0,21

Дані табл. 1 свідчать про ефективність застосування запропонованої композиції з метою отримання питної високої якості. Застосування композиції ДГСА з поліДАДМАХом забезпечує більш повне освітлення води і зменшує привнесення в очищувану воду залишкового алюмінію в 4-5 разів. Зменшення дози коагулянту дозволяє економити реагент на 30-50%. А застосування катіонного флокулянту підсилює ефект очищення.

### Приклад 2.

Дистильовану воду попередньо контамінували культурою *Escherichia coli* 1257, отриману з НДІ стандартизації та контролю медичних біологічних препаратів (м.Москва). В воду вносили суспензію мікроорганізмів в кількості

$10^5$  КУО/дм<sup>3</sup>, приготовану з добової бульйонної культури, яку центрифугували і тричі промивали стерильним фізіологічним розчином (0,9%-вий розчин NaCl) і далі спосіб реалізували за прикладом 1. При перемішуванні вводили коагулянт дозою 13,5 мг/дм<sup>3</sup> (по Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) і флокулянт дозою 2,5 мг/дм<sup>3</sup>, відстоювали і фільтрували. В профільтованій воді визначали кількість мікроорганізмів, що залишилися. Виживаємість мікроорганізмів розраховували по кількості колонійутворюючих одиниць (КУО) при посів відібраних проб або їх розведень на середовище Ендо і культивували на протязі 24 год при 37°C. Отримані дані виразили як логарифм числа виживших бактерій ( $N_t$ ) до вихідної кількості ( $N_o$ ) –  $Lg(N_t/N_o)$  за певний час контакту  $\tau$ . Отримані дані представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Приклад	Спосіб	Коагулянт (Тип)	Флокулянт	Тривалість контакту, хв	$Lg(N_t/N_o)$
1	2	3	5	6	7
1	Відомий	СА (доза 13,5 мг/дм <sup>3</sup> )	-	10	-1,34
2				20	-1,39
3				30	-1,43
4				40	-1,46
5				50	-1,49
6				60	-1,52
7	Відомий	СА (доза 13,5 мг/дм <sup>3</sup> )	ПоліДАДМАХ (доза 2,5 мг/дм <sup>3</sup> )	10	-1,88
8				20	-1,9
9				30	-1,94
10				40	-1,97
11				50	-1,99
12				60	-2,03
13	Відомий	ДГСА (доза 13,5 мг/дм <sup>3</sup> )	-	10	-1,7
14				20	-1,72
15				30	-1,77
16				40	-1,81
17				50	-1,86
18				60	-1,89
19	Запропонований	ДГСА (доза 13,5 мг/дм <sup>3</sup> )	ПоліДАДМАХ (доза 2,5 мг/дм <sup>3</sup> )	10	-2,46
20				20	-2,58
21				30	-2,72
22				40	-2,79
23				50	-2,86
24				60	-2,92

Порівняльне дослідження знезаражуючої дії СА, ДГСА та композитів СА і ПоліДАДМАХ та ДГСА і ПоліДАДМАХ представлено на рисунку. Ступінь

видалення мікроорганізмів коагулянтами СА та ДГСА становить 97,0 і 98,7% відповідно. Використання композицій – СА і ПоліДАДМАХ та ДГСА і ПоліДАДМАХ дозволяє більш ефективно видаляти бактерії. Це пов'язано з катіонними властивостями флокулянту. Оскільки відомо, що бактерії E.coli, як більшість мікроорганізмів має на поверхні від'ємний заряд. Ступінь видалення мікроорганізмів становить 99% при використанні СА і поліДАДМАХу і 99,97% - ДГСА і поліДАДМАХу.

Запропонований спосіб за своїми характеристиками має досить широкий спектр дії і може використовуватися при очищенні природних та доочищенні питної вод і має такі переваги по відношенню до прототипу:

використання даного способу забезпечує значне зниження величини залишкового алюмінію в очищеній воді,

забезпечили очистку води в холодний період року ( $t < 4^{\circ}\text{C}$ ),

запропонований спосіб дозволяє отримати воду високої якості за фізико-хімічними показниками при значно менших дозах реагентів,

забезпечили економію реагентів,

використання запропонованого способу дозволяє ефективно видаляти мікроорганізми – до 99,97%,

доцільність заміни традиційного коагулянту сульфату алюмінію на дигідроксосульфат алюмінію представлено в таблицях.

Проректор з наукової  
роботи

Л.М.Хомічак