

Приведено результати досліджень по визначенню впливу витрати алюмінієвих коагулянтів на ефективність вилучення сульфатів при пом'якшенні води вапном. Встановлено, що зі збільшенням концентрації сульфатів в еквівалентній кількості зростає витрата коагулянту та вапна. Показано, що для зменшення витрати коагулянту залишкову концентрацію сульфатів можна знизити до 20÷30 мг-екв/дм³ при обробці лише вапном. Залишкову лужність та жорсткість води можна коригувати подачею вуглекислоти або співвідношенням гідроксоалюмінату натрію та гідроксохлориду алюмінію

Ключові слова: демінералізація води, пом'якшення, коагулянт, співосадження

Приведены результаты исследований по определению влияния расхода алюминиевых коагулянтов на эффективность извлечения сульфатов при умягчении воды известью. Установлено, что с увеличением концентрации сульфатов в эквивалентном количестве возрастает расход коагулянта и извести. Показано, что для уменьшения расхода коагулянта остаточную концентрацию сульфатов можно уменьшить до 20÷30 мг-екв/дм³ при обработке только известью. Остаточную щелочность и жесткость воды можно корректировать подачей углекислоты или соотношением гидроксоалюмината натрия и гидроксохлорида алюминия

Ключевые слова: деминерализация воды, умягчение, коагулянт, соосаждение

ЗАСТОСУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ КОАГУЛЯНТІВ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД СУЛЬФАТІВ ПРИ ЇХ ПОМ'ЯКШЕННІ

І. М. Трус

Аспірант*

Контактний тел.: 095-930-57-81

E-mail: inna.trus.m@gmail.com

В. М. Грабітченко*

Контактний тел.: 093-450-97-70

E-mail: shymasya.mail.ru

М. Д. Гомеля

Доктор технічних наук, професор,
завідуючий кафедрою*

Контактний тел.: (044) 236-60-83

E-mail: m.gomelya@kpi.ua

*Кафедра екології та технології рослинних полімерів
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»
пр. Перемоги, 37, корп. №4, м. Київ, Україна, 03056

1. Вступ

Існуючі на сьогодні технології очищення води не дозволяють вирішувати проблему демінералізації води в повній мірі. Реалізація більшості із відомих технологій демінералізації природних та промислових і комунальних стічних вод супроводжується утворенням концентрованих розчинів солей, які врешті попадають у природне середовище. Внаслідок цього в промислово розвинених регіонах України значна кількість природних водойм характеризується підвищеним рівнем мінералізації. Ситуація ускладнюється за рахунок скиду шахтних вод. Підприємствами вугільної промисловості відкачуються великі об'єми шахтних вод близько 3÷10 м³ на тону видобутого вугілля. Воду копалень скидають без демінералізації в ставки з повністю фільтруючим дном, що є причиною її міграції в водоносні горизонти і ґрунти, що піддаються інтенсивному засоленню. При цьому наряду із загальним солемістом зростає жорсткість, лужність води та концентрація сульфатів, що обумовлено окисленням

піриту та інших сульфідів, які присутні в шахтних породах. Тому очищення стічних вод від сульфатів при її пом'якшенні, що в певних випадках дозволяє вирішувати проблему демінералізації води, є актуальною проблемою.

2. Постановка проблеми, мета роботи

Серед перспективних методів, які використовуються для вилучення сульфатів з води можна назвати реагентний метод оснований на співосадженні сульфату кальцію із алюмінатом кальцію [1-6]. Перевагою методу перед юнним обміном, баромембранними процесами, дистиляцією, електродіалізом є те, що він дозволяє видаляти сульфати з води у вигляді малорозчинного осаду, тоді як в інших випадках утворюються відходи у вигляді концентратів солей.

Для висадження гідроксосульфоалюмінатів кальцію наряду з вапном використовують алюмінієві коагулянти такі як гідроксохлорид алюмінію [1-4],

гідроксосульфат алюмінію [5], алюмінат натрію [4]. Крім того, використовують аморфний свіжевисаджений гідроксид алюмінію [6].

В усіх випадках витрати реагентів зростають пропорційно вмісту сульфатів у воді. В окремих випадках витрата вапна сягає ~ 500 мг-екв/дм³, а витрата алюмінієвого коагулянту ~ 20 ммоль/дм³ [7].

Збільшення витрати коагулянтів небажане уже через їх високу ціну, зростання затрат на очищення води. Крім того, додавання до води гідроксоалюмінату натрію призводить до підвищення її лужності, підвищення концентрації іонів натрію у воді та підвищення її мінералізації. З гідроксохлоридами алюмінію у воду додатково вносяться хлориди, а з гідроксосульфатами алюмінію додатково вносяться сульфати, що є причиною підвищення як витрати вапна, так і коагулянту.

Метою даної роботи було визначення ефективності вилучення сульфатів із води, в залежності від витрати реагентів, встановлення можливої межі вилучення сульфатів із води в вигляді сульфату кальцію без застосування алюмінієвих коагулянтів та зменшення витрати реагентів на очищення води при комбінованому застосуванні алюмінату натрію та гідроксохлориду алюмінію.

3. Методика експерименту

В процесі досліджень використовували модельні розчини із вмістом сульфатів 1400÷4500 мг/дм³, жорсткістю від 14,6 до 86,0 мг-екв/дм³, лужністю від 2,9 до 19,0 мг-екв/дм³.

Як реагенти використовували вапно, гідроксоалюмінат натрію та 2/3 гідроксохлорид алюмінію синтезований в лабораторії.

При обробці води вапном та алюмінієвим коагулянтом враховували витрату вапна та коагулянту в залежності від вмісту сульфатів, жорсткості і лужності води.

Воду при перемішуванні обробляли розрахованою кількістю вапна і коагулянту, витримували при температурі 40⁰С в термостаті протягом 3 годин. Осад відділяли на фільтрі, в фільтраті визначали вміст сульфатів, жорсткість та лужність. В окремих дослідях через фільтрат пропускали СО₂ до досягнення рН = 7÷8. Осад, що утворився відділяли на фільтрі.

Сульфати визначали фотометричним методом, хлориди – методом Мора, лужність і жорсткість за стандартними методиками.

4. Результати та їх обговорення

Результати по очищенню від сульфатів води з початковою концентрацією сульфатів 29 мг-екв/дм³ з допомогою вапна та гідроксоалюмінату натрію представлені на рис.1. Як видно із рисунку, ефективність очищення води від сульфатів зростає із підвищенням дози алюмінату. Збільшення дози вапна мало сприяє підвищенню ефективності вилучення сульфатів, проте призводить до певного підвищення лужності води. Залишкова лужність очищеної води в більшій мірі обумовлена витратою алюмінату натрію та початковим вмістом сульфату натрію [8].

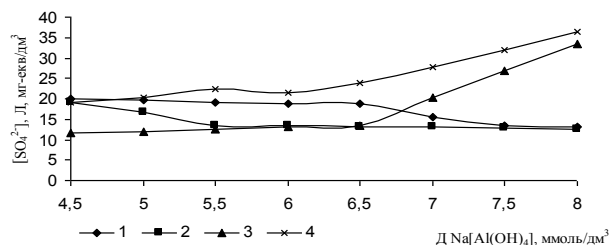
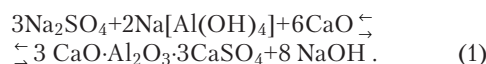


Рис.1 Залежність залишкової концентрації сульфатів (1; 2) та лужності (3; 4) води ([SO₄²⁻] = 29,0 мг-екв/дм³; Ж = 21,5 мг-екв/дм³, [Ca²⁺] = 1,8 мг-екв/дм³, [Mg²⁺] = 19,7 мг-екв/дм³, [Cl⁻] = 4,5 мг-екв/дм³, Л = 19,0 мг-екв/дм³) від дози гідроксоалюмінату натрію при її обробці вапном в кількості 47, 19 (1; 3) та 99,25 (2, 4) мг-екв/дм³, алюмінатом натрію та вуглекислою

Очевидно, що при переході алюмінату натрію в алюмінат кальцію, а сульфату натрію в сульфат кальцію утворюється гідроксид натрію. При цьому, чим вища концентрація гідроксиду натрію, тим швидше іде зворотній процес, що призводить до розчинення осаду гідроксосульфоалюмінату кальцію. Саме цим можна пояснити відносно не високу ефективність вилучення сульфатів в даному випадку. Приблизно вміст сульфату натрію можна визначити як різницю між концентрацією сульфатів і постійною жорсткістю та концентрацією хлоридів. В даному випадку початкова концентрація сульфату натрію сягала 22 мг-екв/дм³. Відносно невисокі значення лужності (рис. 1, крива 3) при менших дозах алюмінату обумовлені низькою ефективністю вилучення сульфатів. В перших пробах залишковий вміст сульфатів складає 19-20 мг-екв/дм³, що близько до вмісту сульфату натрію. При збільшенні витрати реагентів майже вдвічі ефективність вилучення сульфатів зросла мало при значному зростанні лужності розчину. Тобто ефективність вилучення сульфатів в даному випадку визначалась станом динамічної рівноваги в системі, що описується рівнянням (1)



Подібні процеси протікають і при очищенні розчину з концентрацією сульфатів 65 мг-екв/дм³ (табл. 1). Дещо вищі показники по вилученню сульфатів обумовлені меншим вмістом сульфату натрію та частковим вилученням сульфату кальцію без співосадження із алюмінатом кальцію, так як концентрація сульфату кальцію в даному випадку перевищує його розчинність у воді. Ефективність вилучення сульфатів зростає як при підвищенні витрати алюмінату натрію, так і при підвищенні витрати вапна. Проте при збільшенні дози алюмінату натрію значно зростає лужність очищеної води, що в свою чергу знижує ефективність вилучення сульфатів. Так, при збільшенні дози гідроксоалюмінату натрію з 16 до 19 ммоль/дм³ ступінь вилучення сульфатів знижується з 86,7 до 83,7%. Натомість, при збільшенні дози вапна відмічено значне підвищення ступеню вилучення сульфатів при незначному зростанні лужності води. Це свідчить про те, що в значній мірі ефективність вилучення сульфатів в даному випадку залежить від процесу висадження сульфату

кальцію наряду із співосадженням сульфату та алюмінату кальцію.

Вплив дози вапна та гідроксоалюмінату натрію на ефективність вилучення сульфатів та іонів жорсткості при обробці розчину ($[SO_4^{2-}] = 65,0$ мг-екв/дм³; Ж = 36,0 мг-екв/дм³, Л = 2,9 мг-екв/дм³) вапном, гідроксоалюмінатом натрію та діоксидом вуглецю

№ п/п	Доза СаО, мг-екв/дм ³	Доза Na[Al(OH) ₄], мг-екв/дм ³	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	Ж, мг-екв/дм ³	Лужність, мг-екв/дм ³ (гідратна; загальна)	Ступінь вилучення сульфатів, Z, %
1	160	10,0	710	0,0	0,0; 46,0	77,2
2	160	13,0	650	0,0	0,0; 47,1	79,2
3	160	16,0	415	1,0	0,0; 57,0	86,7
4	160	19,0	508	0,7	0,0; 63,0	83,7
5	230	10,0	418	0,4	0,0; 44,0	86,6
6	230	13,0	427	0,2	0,0; 51,2	86,3
7	230	16,0	395	0,1	0,0; 52,4	87,3
8	130	10,0	706	0,0	0,0; 27,1	77,4
9	160	10,0	374	1,0	0,0; 31,2	88,0
10	190	10,0	307	0,3	0,0; 34,6	90,2

При очищенні модельного розчину, що містить сульфати в концентрації 93,8 мг-екв/дм³ витрата реагентів зросла до 20÷36 ммоль/дм³ по гідроксоалюмінату натрію і до 187,5÷281,1 мг-екв/дм³ по вапну (рис.2). В даному випадку, як і у попередніх, ефективність очищення води від сульфатів росла із підвищенням дози алюмінату натрію. При цьому зростання лужності очищеної води в основному було обумовлене додаванням алюмінату натрію, оскільки вміст сульфату натрію в даному разі був меншим 11,75 мг-екв/дм³. Проте висока ефективність вилучення сульфатів в даному разі, як і в попередньому випадку, була обумовлена висадженням сульфату кальцію, так як при додаванні вапна у воду концентрація останнього значно перевищувала його розчинність у воді. При цьому відносний надлишок гідроксоалюмінату кальцію у розчині зростає, що забезпечувало високу ефективність очищення води від сульфатів. Ефект посилювався при збільшенні дози вапна.

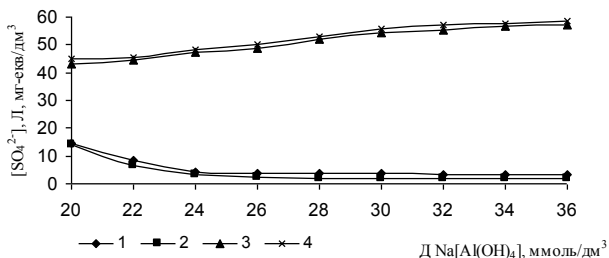


Рис. 2. Залежність залишкової концентрації сульфатів (1; 2) та лужності (3; 4) розчину ($[SO_4^{2-}] = 93,8$ мг-екв/дм³; Ж = 84,6 мг-екв/дм³, $[Cl^-] = 87,0$ мг-екв/дм³, Л = 5,0 мг-екв/дм³) від дози гідроксоалюмінату натрію при обробці його гідроксоалюмінатом натрію, вапном в кількості 187,5 (1; 3) та 281,3 (2, 4) мг-екв/дм³ та оксидом вуглецю

Очевидно, що і в даному випадку висадження сульфату кальцію, в значній мірі визначає ефективність процесу вилучення сульфатів із води. Це підтверджують результати приведені на рис.3. В даному випадку розчин з концентрацією сульфатів 92 мг-екв/дм³ обробляли лише вапном. Як видно із рисунку залишковий вміст сульфатів знижується із 92 до ~20÷30 мг-екв/дм³. При цьому, не дивлячись на те, що із збільшенням дози вапна жорсткість та лужність розчину зростає, залишковий вміст сульфатів знижується. Очевидно це обумовлено надлишком іонів кальцію в розчині.

Виходячи з приведених результатів, можна сказати, що при концентрації сульфатів значно більшій 30 мг-екв/дм³ витрату алюмінієвих коагулянтів необхідно розраховувати лише на залишкову концентрацію сульфатів ~30 мг-екв/дм³, решта сульфатів буде осаджуватись за рахунок утворення і висадження сульфату кальцію. Але при цьому слід враховувати жорсткість і лужність води. Висадження даним способом сульфатів із розчину сульфату натрію

буде малоефективним через значне підлучення води.

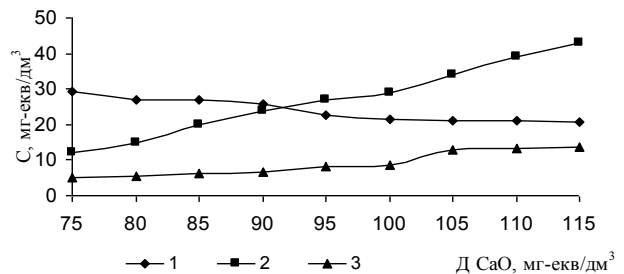


Рис. 3. Залежність залишкової концентрації сульфатів (1), жорсткості (2) та лужності (3) розчину (Ж = 86,0 мг-екв/дм³, $[Mg^{2+}] = 83,0$ мг-екв/дм³, $[Ca^{2+}] = 3,0$ мг-екв/дм³, $[SO_4^{2-}] = 92,0$ мг-екв/дм³, Л = 9,5 мг-екв/дм³) від витрати вапна

Недоліком використання алюмінату натрію з вапном, при очищенні води від сульфатів та при її пом'якшенні, є великі значення залишкової лужності води. Крім того, для вирівнювання рН розчинів їх після вилучення сульфатів необхідно обробляти вуглекислою. В значній мірі вирішити проблему можливо за рахунок використання наряду із алюмінатом натрію гідроксохлориду алюмінію. Так при очищенні стічної води з шахти Кременная Луганської області від сульфатів (табл.2) застосування 2/3 гідроксохлориду алюмінію майже не вплинуло на вміст хлоридів у воді, при цьому було досягнуто зниження концентрації сульфатів до 67 мг/дм³. В кращих дослідах було досягнуто зниження жорсткості води до 3,3-4,5 мг-екв/дм³ без обробки води вуглекислою. При цьому гідратна лужність води була відсутня, а загальна сягала 12,0÷13,5 мг-екв/дм³. При обробці води вуглекислою

Таблица 2

Вплив витрати вапна та алюмінієвих коагулянтів на ефективність пом'якшення та знесолення води
(Ж = 39,0 мг-екв/дм³, [SO₄²⁻] = 20,8 мг-екв/дм³, Л = 9,5мг-екв/дм³, [Cl⁻] = 1270 мг/дм³)
(шахта Кременная Луганської обл.)

№ п/п	Доза СаО, мг-екв/дм ³	Доза 2/3 ГОХА по Al ₂ O ₃ мг-моль/дм ³	Доза алюмінату натрію по Al ₂ O ₃ мг-моль/дм ³	SO ₄ ²⁻				Ж, мг-екв/дм ³		Cl ⁻ , мг/дм ³	Лужність, мг-екв/дм ³ (ОН ⁻ ; загальна)	
				Після реагентної обробки		Після продування СО ₂		Після реагентної обробки	Після продування СО ₂		Після реагентної обробки	Після продування СО ₂
				мг/дм ³	мг-екв/дм ³	мг/дм ³	мг-екв /дм ³					
1	81,0	4,1	2,9	550,0	11,5	510,0	10,6	16,2	15,2	1420	9,25; 17,5	0,0; 15,0
2	85,2	4,1	2,9	390,0	8,1	360,0	7,5	21,5	18,5	1430	12,50; 20,0	0,0; 16,0
3	89,4	4,1	2,9	420,0	8,8	395,0	8,2	23,0	20,8	1425	15,75; 24,0	0,0; 21,0
4	102,0	4,1	2,9	285,0	5,9	270,0	5,6	31,0	26,5	1440	22,50; 36,0	0,0; 31,5
5	81,0	5,3	2,9	365,0	7,6	250,0	5,2	8,0	1,7	1460	7,90; 11,2	0,0; 6,2
6	85,2	5,3	2,9	320,0	6,7	240,0	5,0	12,5	1,3	1475	10,95; 16,5	0,0; 4,0
7	89,4	5,3	2,9	345,0	7,2	285,0	5,9	15,25	3,5	1464	12,50; 20,0	0,0; 6,5
8	102,0	5,3	2,9	400,0	8,3	250,0	5,2	26,5	8,7	1471	23,00; 30,5	0,0; 13,0
9	81,0	6,1	2,9	575,0	12,0	340,0	7,1	13,8	5,4	1487	9,85; 13,9	0,0; 7,8
10	85,2	6,1	2,9	400,0	8,3	315,0	6,6	17,2	5,8	1490	13,25; 17,0	0,0; 8,1
11	89,4	6,1	2,9	390,0	8,1	295,0	6,1	19,5	6,1	1480	15,80; 20,0	0,0; 8,3
12	102,0	6,1	2,9	340,0	7,1	290,0	6,0	28,5	9,3	1490	21,75; 28,5	0,0; 12,5
13	81,0	7,4	2,9	162,0	3,4	110,0	2,3	2,9	1,8	1533	2,25; 10,5	0,0; 6,0
14	85,2	7,4	2,9	125,0	2,6	120,0	2,5	3,5	2,0	1535	2,30; 9,8	0,0; 6,0
15	89,4	7,4	2,9	67,5	1,4	67,5	1,4	2,5	1,2	1541	2,80; 8,8	0,0; 7,5
16	102,0	7,4	2,9	152,5	3,2	110,0	2,3	14,4	4,3	1532	15,40; 18,3	0,0; 7,8
17	81,0	8,2	2,9	155,0	3,2	125,0	2,6	3,3	2,1	1561	0,0; 12,0	0,0; 7,3
18	85,2	8,2	2,9	115,0	2,4	115,0	2,4	4,5	2,7	1565	0,0; 18,0	0,0; 8,1
19	89,4	8,2	2,9	134,0	2,8	120,0	2,5	3,5	2,5	1550	0,0; 13,5	0,0; 7,7
20	102,0	8,2	2,9	210,0	4,4	170,0	3,5	13,5	5,3	1564	0,0; 17,5	0,0; 8,2

концентрації сульфатів суттєво не змінилися, проте знизилась залишкова жорсткість та лужність.

Таким чином, вибір доз реагентів, з урахуванням складу води, дозволяє досягти ефективного очищення її від сульфатів при ефективному її пом'якшенні.

5. Висновки

Показано, що при очищенні води від сульфатів з допомогою гідроксоалюмінату натрію та вапна ефективність очищення залежить не лише від витрати реагентів, але і від складу води, включаючи вміст сульфату натрію.

Встановлено, що при очищенні стічних вод від сульфатів, концентрація сульфатів в яких вища 30 мг-екв/дм³ при використанні вапна та алюмінієвого коагулянту на ефективність процесу в значній мірі впливає висадження сульфату кальцію. Це дає можливість суттєво скоротити витрату коагулянту та вапна на очищення води.

Визначено взаємний вплив алюмінату натрію та 2/3 гідроксохлориду алюмінію на ефективність очищення води від сульфатів та її пом'якшення при обробці вапном. Показано, що за певних співвідношень можна досягти ефективного очищення води без обробки її на останній стадії вуглекислою.

Література

1. Буцева, Л.Н. Очистка сточных вод от сульфатов известкованием и коагуляцией с применением оксихлорида алюминия / Л.Н. Буцева, Л.В. Потапова // Очистка природных и сточных вод: Сборник научных трудов, Москва, 2009: Юбилейный выпуск. М.: ГНЦ «НИИВОДГЕО». - 2009. - С. 49-51.
2. Серпокрылов, Н.С. Применение оксихлоридов алюминия в очистки и доочистке сточных вод / Н.С. Серпокрылов, Е.В. Вильсон, М.Н. Царева, В.Н. Горин, П.А. Коропец, М.Н. Рудик, А.Ф. Садовников // ВСТ: Водоснабж. и сан. техн. - 2003. - №2. - С. 32 - 35.
3. Сальникова, Е.О. Осаждение сульфатов из сточных вод в виде сульфалюминатов кальция / Е.О. Сальникова, О.Г. Перудерий, В.В. Пушкарев // Цветные металлы. - 1979. - № 9. - С. 41-43.
4. Сальникова, Е.О. Выбор осадителя при очистке сточных вод от сульфата кальция / Е.О. Сальникова, О.Г. Перудерий // Цветные металлы. - 1983. - № 12. - С. 22-24.
5. Сальникова, Е.О. Очистка сточных вод от сульфат-ионов с помощью извести и оксосульфата алюминия / Е.О. Сальникова, И.Ф. Гофенберг, Е.Н. Туранина и др. // Химия и технология воды. - 1992, Т. 14. - №. 2. - С. 57-61.

6. Пат. 2322398 Россия, МПК С 02 F 1/66 (2006.01), С 02 F 1/58 (2006.01). Способ очистки сточных вод от сульфат-ионов: ОАО Межотрасл. н.-и. и проект-технол. ин-т экол. топлив-энергетич. Комплекса / Ким М.П., Молодчик Г.Л., Агапов А.Е., Азимов Б.В., Навитый А.М. – № 2006134812/15; заявл. 02.10.2006; опубл. 20.04.2008.
7. Рисухін, В.В. Переробка концентратів, що утворюються при нанофільтраційному очищенні вод з підвищеною мінералізацією / В.В. Рисухін, Т.О. Шаблій, М.Д. Гомеля // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011.Т.5, №3 (53) – С. 51-55.
8. Рисухін В.В. Очищення від сульфатів вод з підвищеною мінералізацією і жорсткістю / В.В. Рисухін, Т.О. Шаблій, В.С. Катаєв, М.Д. Гомеля // Екологічна безпека. – 2011. – №2. – С. 70-75.

Abstract

This article describes different ways of sulfate ions removing from wastewaters, which are formed at enterprises of ferrous and non-ferrous metallurgy, oil and gas industry, heat-and-power engineering, during sulfuric acid and fertilizers' production. There are the results as to the effect of consumption of aluminum coagulants on the efficiency of sulfate recovery when softening water with lime. It was determined that increasing the concentration of sulfates in an equivalent amount increases the consumption of coagulant and lime. It was shown that in order to reduce the consumption of coagulant the residual concentration of sulfates can be reduced up to 20 ÷ 30 mg-equivalent/dm³ at processing only by lime. The residual alkalinity and water hardness can be adjusted by carbonic acid feeding, or by correlation of sodium hydroxoaluminat and aluminum hydroxochloride. Thus, the development of effective reagent methods using aluminum coagulants for effective treatment of sulfate-containing waters from sulfate ions and hardness ions can solve the problem of drinking water supply for areas, where there is a shortage of it.

Keywords: *water demineralization, softening, coagulant, codeposition*

В статті проаналізовано причини виникнення надзвичайних ситуацій масової загибелі риби. Визначено основні тенденції змін значень середньорічних температур повітря в Харківській області. Проаналізовано якісний стан басейну річки Лопань на основі визначення потенційного ризику здоров'ю населення за період з 1924 року по 2010 рік та зроблено прогноз зміни цього показника методом подвійного експоненціального згладжування

Ключові слова: *масова загибель риби, зміни клімату, водні об'єкти, ризик здоров'ю населення, метод Хольта*

В статье проанализированы причины возникновения чрезвычайных ситуаций массовой гибели рыбы. Определены основные тенденции изменений значений среднегодовых температур воздуха в Харьковской области. Проанализировано качественное состояние бассейна реки Лопань на основе определения потенциального риска здоровью населения за период с 1924 года по 2010 год и сделан прогноз изменения этого показателя методом двойного экспоненциального сглаживания

Ключевые слова: *массовая гибель рыбы, изменения климата, водные объекты, риск здоровью населения, метод Хольта*

УДК 502.5.+614.7:556.531

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВИНИКНЕННЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ МАСОВОЇ ЗАГИБЕЛІ РИБИ В ХАРКІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

О. В. Рибалова

Кандидат технічних наук, доцент*
Контактний тел.: (057) 392-03-60
E-mail: olga.rybalova@mail.ru

С. В. Бєлан

Кандидат технічних наук, доцент
Контактний тел.: (057) 707-34-57

*Кафедра охорони праці і техногенно-екологічної безпеки
Національний університет цивільного захисту України

вул. Чернишевського, 94, м. Харків, Україна, 61002

1. Вступ

Замори риби відбуваються по всьому світу. В Україні колосальна кількість промислової риби та її молоді щорічно гине у багатьох водоймах.

В Харківській області масова загибель риби спостерігається протягом останніх 10 років. Так,

24.03. 2011 у водоймі Уплатнівської сільської ради Близнюківського району було виявлено близько 100 тонн загиблої риби. Головним державним управлінням охорони, використання і відтворення водних живих ресурсів та регулювання рибальства у Харківській області були розраховані збитки, заподіяні рибному го-