

достичь степени очистки сточных вод от шестивалентного хрома 97%. Он может быть использован для удаления металлов из сточных вод гальванического производства.

Известна технология обезвреживания токсичных производственных стоков с помощью феррогидрозоля – электрогенерированной суспензии гидроксидов двух- и трехвалентного железа с добавками. Готовят ее из отходов металла в специальном генераторе. По мере надобности феррогидрозоль дозируется в реактор, где смешивается с производственными стоками. Он является высокоэффективным сорбентом и коагулянтом, а также действует как восстановитель и химический реагент. При этом обеспечивается управление кристаллохимией осадка, что позволяет получать шлам с заданными свойствами.

Показана также возможность использования высокоосновных шлаков и железосодержащей пыли Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК) для очистки хром- и медьсодержащих сточных вод с высокой степенью очистки.

Замена дорогих дефицитных реагентов, используемых для очистки сточных вод, таких как сульфат двухвалентного железа, многотоннажными отходами сталеплавильных производств дает возможность кардинально решить задачу комплексного использования сырьевых ресурсов в промышленности, сократить в больших масштабах отводимые под карьеры и отвалы полезные земельные площади.

Получено 12.12.2002

УДК 628.16

В.О.ОРЛОВ, д-р техн. наук, Г.І.ТУРОВСЬКА

Український державний університет водного господарства та природокористування, м.Рівне

БЕЗРЕАГЕНТНЕ ОЧИЩЕННЯ РІЧОК ПОЛІССЯ

Розглядається одноступенева схема підготовки технічної та питної води на піщаному фільтрі з біопоглиначем. Наведено принцип роботи фільтра, визначені сфери його застосування, вказані переваги безреагентного очищення поверхневих вод.

Для знебарвлення і прояснення малокаламутних і кольорових вод річок Полісся доцільно використовувати біологічний метод очищення як найбільш простий, дешевший і “м’який” спосіб обробки води порівняно з іншими фізико-хімічними методами.

Значного покращення роботи водоочисних установок можна досягти шляхом їх переобладнання для роботи з використанням біотехнології та споруд для її реалізації – біопоглиначів. З цією метою нами пропонується біопоглинач спеціальної конструкції, розміщений в над-

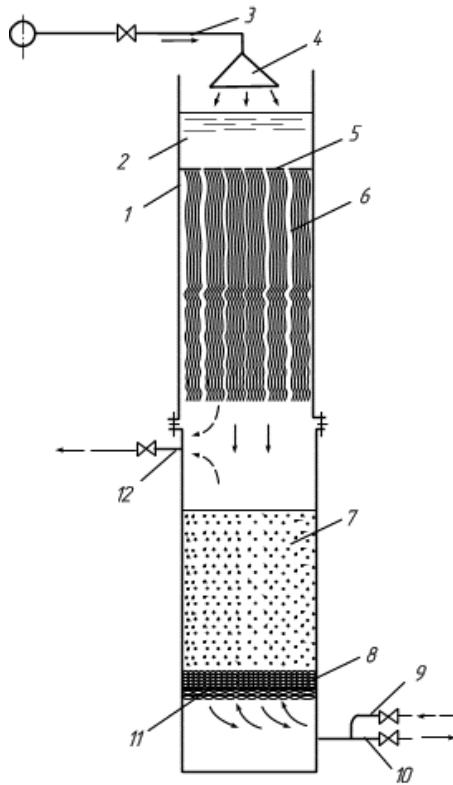
фільтровому просторі прояснювального фільтра або в окремому апараті. Основним елементом біопоглиначів є носії іммобілізованих мікроорганізмів, при виборі яких необхідно враховувати їх механічні, фізико-хімічні та санітарно-гігієнічні властивості. Одним з основних критеріїв оцінки типу носія є його питома поверхня. Для біоценозів, іммобілізованих на рухомих зернистих носіях, характерна незначна питома поверхня (пісок – $3500 \text{ м}^2/\text{м}^3$; гранульований газонаповнений алюмосилікат (ГА) – $2200 \text{ м}^2/\text{м}^3$; полістирол – $720 \text{ м}^2/\text{м}^3$; поліетилен – $980 \text{ м}^2/\text{м}^3$) [1]. Найбільш розвиненою поверхнею характеризуються волокнисті матеріали ($2000\text{-}8000 \text{ м}^2/\text{м}^3$), внаслідок чого вони мають більш високі адгезійні властивості і тому більш ефективні як носії закріпленої мікрофлори. Виходячи з вищесказаного, як носій були вибрані синтетичні волокна типу капрон [ТУ 6-06-С116-87, текс 500].

Останнім часом зацікавленість біотехнологією очищення природних вод підвищилась і вже отримані позитивні результати їх випробувань [2,3]. Це підтверджує доцільність та перспективність подальших досліджень у даному напрямку.

На кафедрі водопостачання і бурової справи РДТУ (тепер УДУВГП) розроблена нова конструкція фільтра для очищення малокаламутних кольорових вод, принципова схема якого показана на рис.1.

Фільтр для очищення води містить корпус 1, фільтруюче завантаження 7, дренажну систему 11. У надфільтровому просторі на утримуючій решітці 5 закріплений біопоглинач 6. Зверху над фільтром знаходиться розбризкуючий пристрій 4.

Як носій закріпленої мікрофлори використовується



Фільтр для очищення малокаламутних кольорових вод

насадка з капронових текстурованих джгутових ниток (КТДН) діаметром 2-3 мм із щільністю упаковки від 10000 до 90000 шт./м². Контактна поверхня КТДН знаходиться в межах, відповідно, 62,8 і 847,8 м² при довжині насадки 1 м. Як фільтруюче завантаження 7 використовується кварцовий пісок з розмірами фракцій 0,5-1 мм. Висота фільтруючого шару 7 прийнята в межах 0,7-1,0 м.

Фільтр працює таким чином. Вихідна вода по трубопроводу 3 через розбризкуючий пристрій 4 подається у верхню зону біопоглинача 6. Під час зливання води у фільтр з висоти 0,5-0,6 м відбувається її спрощена аерація і насичення киснем. Збагачена киснем вода рухається уздовж волокон біопоглинача 6. Завдяки розвитку бактерій на поверхні ниток та силі біопоглинання з води вилучається значна кількість колоїдних, завислих та органічних речовин, а також знижується кольоровість води.

Під дією сили тяжіння вода проходить через фільтруючий шар 7, що лежить на підтримуючих шарах гравію 8. Профільтрована чиста вода збирається дренажною системою 11 і по трубопроводу 10 відводиться до споживача.

При зниженні якості фільтрованої води або продуктивності фільтра до встановлених значень фільтр виводиться на регенерацію.

Регенерація фільтруючої засипки 7 полягає у зворотній промивці очищеною водою, що подається по трубопроводу 9. Проходячи крізь піщане завантаження фільтра, потік води вимиває з нього забруднення, а також частину мікроорганізмів, що поселились у засипці. Під час промивки фільтруючого шару 7 рівень води у фільтрі знижується і тим самим сприяє промивці волокон біопоглинача 6. Забруднена промивна вода відводиться по трубопроводу 12.

Дослідження з технології очищення поверхневих вод проводили на станції підготовки технічної води в м.Рівне, а згодом і на станції технічної води ВАТ "Рівнеазот".

Якість вихідної води, що забиралась з р.Горинь, під час проведення досліджень характеризувалась такими показниками: температура – 2-24 °С; завислі речовини – 10,8-90 мг/дм³; кольоровість – 10-120 град; рН – 7,2-8,3; жорсткість – 2,7-6,5 мг-екв/дм³; лужність – 2-6 мг-екв/дм³; окисленість – 5,3-10,6 мг-екв/дм³; нітрити – 0,09-0,11 мг/дм³; нітрати – 0,3-0,96 мг/дм³; азот амонійний – 0,16-0,35 мг/дм³; розчинений кисень – 3,8-10,3 мг/дм³. Подібну характеристику мають води річок Стир, Случ та ін.

Завись, що знаходилась у річковій воді, була різноманітною за крупністю і складом. Вона містила тонкодисперсні, грубодисперсні й колоїдні частинки мінерального та органічного походження.

Дослідження проводили при різних показниках якості води у різні пори року при швидкості фільтрування від 5 до 10 м/год.

У результаті виконаних експериментальних досліджень було встановлено, що ефект очищення за хімічним споживанням кисню складає 42,8-51,6%, вилучається значна частина амонійних сполук, нітритів і нітратів. Досить високий ефект вилучення амонійного азоту (до 92,23%) свідчить про те, що протікає процес нітрифікації, а це підтверджує високий ступінь вилучення окислювальних органічних речовин. Визначення біохімічного споживання кисню очищеної води показало, що її величина не перевищувала 2-2,5 мгО₂/л. Таким чином, в очищеній воді залишаються тільки важкоокислювальні органічні речовини в допустимих концентраціях. Ефект очищення води на біопоглиначі по завислих та органічних речовинах знаходяться в межах 51,8-65,2%, при цьому кольоровість води знижується на 48,7-70,3%.

Слід відзначити, що технологія очищення на біопоглиначі потребує “дозрівання” на ньому активного обростання. Найкраще вода очищається в період, коли спостерігається найбільша різноманітність форм гідробіонтів і досягається максимальна маса біообростання.

Попереднє очищення в біопоглиначі, а потім в зернистому шарі запобігає проникненню відмерлої біоплівки в очищену воду і забезпечує доочищення малокаламутної кольорової води.

Розглянута конструкція біопрояснювального фільтра для очищення малокаламутних кольорових вод є ефективною при кольоровості до 120 град і каламутності до 50 мг/л.

При збільшенні каламутності води до 90 мг/л вона забезпечує тільки якість технічної води. Це пов'язано з погіршенням роботи біопоглинача. Тому для отримання води питної якості треба одноступеневу схему очищення води доповнити попереднім фільтром з крупнозернистим пінополістирольним завантаженням [4,5]. Це дасть змогу зменшити навантаження на біопоглинач і продовжити тривалість фільтроциклу. Така технологічна схема очищення поверхневої води ефективна при кольоровості води до 120 град і каламутності до 90 мг/л. Результати проведених досліджень представлені в таблиці.

Нами досліджена схема підготовки води, до складу якої входять біопоглинач, попередній крупнозернистий піщаний фільтр і прояснювальний фільтр з дрібнозернистим піщаним завантаженням. За цією схемою на станції технічної води в м.Рівне були проведені експериментальні дослідження [6]. Ця схема пропонується для очищення поверхневої води при кольоровості до 70 град і каламутності до 70 мг/л.

Для вилучення з води присмаків та запахів, що можуть бути у вихідній воді, після прояснювальних фільтрів можна встановити сорб-

ційний фільтр. Висота шару активованого вугілля визначається розрахунком залежно від контакту води, що підлягає обробці, із сорбентом.

Результати досліджень по очищенню води р.Горинь за технологічною схемою "попередній фільтр – біопрояснювальний фільтр"

Дата відбору проби	Середня швидкість фільтрування за один фільтроцикл	Вихідна вода						Після попереднього фільтра				Після біопоглинача		Після біопрояснювального фільтра			
		кольоровість, град	каламутність, мг/дм ³	оміленість, мгО ₂ /дм ³	розчинений кисень, мг/дм ³	кольоровість, град	каламутність, мг/дм ³	оміленість, мгО ₂ /дм ³	розчинений кисень, мг/дм ³	кольоровість, град	каламутність, мг/дм ³	оміленість, мгО ₂ /дм ³	розчинений кисень, мг/дм ³	кольоровість, град	каламутність, мг/дм ³	оміленість, мгО ₂ /дм ³	розчинений кисень, мг/дм ³
31.07.02	7,16	63	79,3	10,4	1,95	60,5	40,8	9,7	1,76	26	26,2	6,7	3,27	10,5	1,3	3,5	2,02
08.08.02	7,48	52,5	84,7	12,48	7,9	50	43,4	10,64	6,4	23,5	22,8	6,5	4,2	17,5	1,4	3,1	3,0
12.08.02	7,56	51,5	79,9	9,12	4,04	49,5	39,9	8,7	2,4	21,5	27,4	6,1	3,72	8,5	1,15	4,8	3,12
20.08.02	7,1	42	75,3	12,32	3,75	40,5	36,7	7,4	1,98	20,5	22,8	4,9	3,4	10,5	1,27	3,1	2,9
23.08.02	7,8	45	80,2	13,5	4,7	41	39,1	11,3	2,1	17,5	20,2	6,9	3,7	10,5	1,4	3,9	2,9

Біологічна обробка та адсорбція добре поєднуються між собою при вилученні з води органічних забруднень, взаємно доповнюючи одна одну по відношенню до типів молекул, які вони здатні вилучати. Об'єднання біологічних та адсорбційних стадій в єдиний "біо-фізико-хімічний" процес дозволяє максимально використовувати переваги цієї взаємодії і є перспективним напрямком удосконалення технології біологічного очищення.

Таким чином, рекомендоване очищення поверхневих вод досягається без використання дорогих хімічних коагулянтів, первинного хлорування і, тим самим, утворення хлорорганічних продуктів. Води, що утворюються від промивки фільтрів, є нешкідливими для навколишнього середовища і можуть скидатися у відкриті водоймища. При необхідному рівні очищення води забезпечується значний економічний ефект за рахунок зменшення будівельних та експлуатаційних витрат.

1.Феофанов Ю.А. Закономерности процессов очистки воды биоценозами, иммобилизованными на подвижных носителях // Изв. вузов. Строительство. – 1995. – №12. – С.103-107.

2.Гвоздяк П.И. Микробиология и биотехнология очистки воды // Химия и технология воды. – 1989. – Т.11, №9. – С. 854-858.

3.Журба Ж.М. Водоочистные фильтры с пенопласто-волоконистой загрузкой // Водоснабжение и санитарная техника. – 1996. – №9. – С.16-18.

4.Орлов В.О., Зошук А.М., Мартинов С.Ю. Пенополистирольные фильтры в технологических схемах водоподготовки. – Рівне: РДТУ, 1999. – 144 с.

5.Фильтры з плаваючою пінопілістирольною засипкою / Орлов В.О., Зошук А.М., Мартинов С.Ю., Туровська Г.І., Гордієнко Ю.І. – Рівне: УДУВГП, 2002. – 8 с.

6.Сафонов М.А., Туровська Г.І. Технология та установка для глубокой очистки поверхностных вод // Збірник наукових праць. Спецвипуск. – Рівне: УДАВГП, 1998. – С.292-296.

Отримано 10.12.2002