«Современные материалы и технические решения», Великобритания (Лондон), 20-27 октября 2012 г.

Технические науки

СОРБЦИОННЫЙ МЕТОД ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Абдимуталип Н.А., Саинова Г.А., Тойчибекова Г.Б.

Казахский национальный технический университет имени К.И.Сатпаева, Алматы, e-mail: nuka_79@mail.ru

Показана возможность глубокой очистки сточных вод от загрязнителей железнодорожного транспорта с использованием метода адсорбции природным ресурсом – бентонитовой глиной.

Предприятия железнодорожного транспорта относятся к числу основных источников, которые сбросами сточных вод загрязняют различные объекты окружающей природной среды. К вредным компонентам, содержащимся в сточных водах локомотивных и вагонных депо, локомотивно-вагоноремонтных заводов, промывочно-пропарочных пунктов, гальванических, аккумуляторных и других цехов являются различные по природе взвешенные частицы, нефтепродукты, фенол, соли тяжелых металлов, ПАВ, лакокрасочные материалы, кислоты, щелочи. Такие сточные воды не могут направляться непосредственно на биологическую очистку, так как компоненты, содержащие в них токсичны для микроорганизмов «активного ила» централизованных биологических очистных сооружений городов, а также устойчивы к воздействию ферментов этих микроорганизмов. Для удаления токсичных и биохимически устойчивых веществ подобные сточные воды целесообразно подвергать локальной очистке. Если физико-химическая обработка таких промышленных сточных вод обеспечивает необходимый уровень очистки для их использования в качестве технической воды, то нет необходимости направлять их на дальнейшую биологическую очистку.

В современной технологии очистки сточных вод все большее значение приобретает сорбционный метод. Известно, что эффективность данного метода очистки зависит от физико-химической природы как адсорбента, так и сорбируемых веществ [1-2].

Ограниченность водных ресурсов в Казахстане и соображения технико-экономического характера приводят к необходимости применения оборота воды в системе водопользования. Необходимость использования сточных вод для хозяйственных и технических нужд заставляет искать пути и способы более тщательной очистки их от тонкодисперсных взвесей, коллоидных веществ, имеющих как неорганическую, так и органическую природу. Существующие способы очистки позволяют в отстойниках улавливать из воды крупные взвеси и в прудах тонкодисперсные взвеси, но однако снизить уровень опасных загрязняющих веществ, таких как тяжелые металлы невозможно до норм, предъявляемых к сточной воде при использовании ее в народном хозяйстве, в частности для орошения сельскохозяйственных полей. Это требует применения более совершенных способов ее очистки.

В связи с этим нами на основе результатов экспериментальных исследований для предприятий железнодорожной сети выбрана технологическая схема локальной установки для очистки сточных вод с использованием метода адсорбции природным ресурсом – щелочным бентонитом местного происхождения (месторождение «Ибата»).

Очистка сточных вод включает следующую последовательность операций: механическую очистку; накопление – усреднение; последовательная обработка бентонитовой глиной, отстаивание и фильтрация.

Производительность очистных сооружений, исходя из общего объема стоков, в т.ч. поверхностного, а также ритмичности и графика поступления, составляет 26-30 м^3/ч и рассчитана на средний поток 27 м^3/ч. Общая продолжительность работы очистных сооружений 24 ч/сут, из них 16 часов – для очистки основного стока и 8 часов – на очистку, в основном, поверхностного стока.

Ниже приводятся описание и результаты очистки стоков по операциям.

Накопление-усреднение. Перед поступлением в накопитель-усреднитель сточные воды из разных объектов предприятия проходят металлическую решетку площадью 3,0×2,0 м из стальных полос 40×10 мм с зазорами 16 мм при угле наклона к горизонту 60-70°С. Скорость протока стоков не превышает 1 м^3/с. Очистка решетки выполняется вручную или механическим образом. Затем очищаемые стоки поступают в накопитель – усреднитель, обеспечивающий равномерное поступление воды на дальнейшую очистку. При этом обеспечивается сглаживание состава (усреднение) по компонентам, имеющего значительные колебания как по объемам поступления, так и по составу.

Одновременно с усреднением в отстойнике-усреднителе происходит взаимодействие компонентов растворов с предварительной очисткой, частичное отстаивание загрязняющих веществ, т.е. осветление (табл. 1).

Таблица 1

Степень очистки и состав воды после отстаивания в отстойнике – усреднителе (продолжительность отстаивания 6 часов)

Загрязняющее вещество	Концентрация загрязнителя, мг/дм^3	Количество загрязнителя, кг/сут	Степень очистки, %
Взвешенные вещества	345,07	223,61	27,80
Эфирорастворимые вещества В т.ч.: Нефтепродукты СПАВ	54,82 20,18 34,65	35,08 13,08 22,45	40,45 80,00 -
Железо общее	0,48	0,31	40,00
Никель	0,13	0,09	25,00
Медь	0,28	0,18	60,00
Цинк	0,46	0,30	60,00
Кадмий	1,07	0,69	3,52
Свинец	2,00	1,66	16,66
Барий	0,05	0,03	81,98
Литий	0,31	0,20	15,00
Натрий	52,16	303,81	4,81
Краска (взвесь)	20,36	13,20	25,00
Сульфат-ионы	168,51	109,14	0,10
Хлорид-ионы	54,18	35,11	-
Карбонат-ионы	2,79	1,81	-
Фосфат-ионы	14,44	9,35	1,32
Силикат-ионы	10,16	6,59	30,00
Гидроксид-ионы	12,81	8,30	5,46
pH	8-9	8-9	

Взвеси, накапливающиеся в отстойнике в виде осадка представлены, в основном, компонентами, аналогичными составу загрязнителей поверхностного стока (песок, лессовые включения, компоненты почвы и др.). Основные компоненты – SiO_2 до 70%, соединения кальция – $CaO \cdot SiO_2$ – до 15%, $CaO \cdot Al_2O_3$ до 10%, $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ до 0,5%, гумусовые вещества – до 4,5%.

В табл. 2 приведен гранулометрический состав взвеси до и после отстаивания в усреднителе – накопителе, а в табл. 3 состав осадка.

Таблица 2

Средний гранулометрический состав взвеси до и после отстаивания в накопителе-усреднителе (%)

Взвесь	0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	< 0,01 мм
До накопителя	1,0	5,1	22,6	71,3
После накопителя	отсутствует	3,8	17,5	78,7

Таблица 3

Качественный и количественный состав, образуемого осадка в отстойнике-усреднителе

Компоненты	Содержание загрязняющих веществ в образуемом осадке	
	кг/сутки	%
Взвешенные вещества в том числе: SiO_2 $CaO \cdot SiO_2$ $CaO \cdot Al_2O_3$ $Fe_2O_3 \cdot nH_2O$ Компоненты почвы (гумус)	89,96 60,62 13,04 8,70 0,44 3,91	47,11 32,84 7,07 4,71 0,24 2,12
Краска (взвесь твердая)	4,40	2,38
Соединения металлов (Ba, Li, Fe, Cu, Zn, Ni, Na и др.)	5,0	3,53
Всего	186,07	100,00

Адсорбционно-ионообменная очистка сточных вод. Осветленная в отстойнике вода поступает в адсорбционную установку, состоящую из двух секций, где происходит ее основная очистка. Объем используемого бентонита 12 м^3 или 21 т. Поглощающая емкость (способность) обеспечивает работу адсорбента-бентонита без замены в течение 3-6 месяцев. Поглощающая емкость адсорбента элементами и соединениями очищаемой воды до его замены составляет 1500-1600 кг. Общее количество загрузки, подлежащее замене и утилизации составляет около 22 тонн, влажность 8-10%.

Как видно из данных табл. 4, представляющих результаты опытно-промышленной проверки технологии очистки сточных вод железнодорожных предприятий, частицы бентонитовой глины, которые имеют как положительные, так и отрицательные заряды на своей поверхности, являются универсальными осадителями дисперсных примесей из водной среды, а также выполняют роль эффективного ионообменника. Интенсификация процесса осветления воды объяснимо хорошим диспергированием бентонитовой глины в воде до элементарных частиц и их взаимодействием с положительными и отрицательными частицами дисперсных примесей воды, приводящего к утяжелению и осаждению. Одновременно на глинистых частицах осаждаются ионы тяжелых металлов и других органических веществ.

Таблица 4

Результаты очистки сточных вод

Загрязняющие элементы и соединения	Концентрация в воде, мг/дм^3			Степень очистки в % после	
	1-я секция		после очистки во 2-й секции		
	до очистки	после очистки		1-й секции	2-й секции
Взвешенные вещества	345,07	40,00	0,15	88,41	99,63
Эфирорастворимые в т.ч.:	54,82	13,00	-	76,29	100,00
Нефтепродукты	20,18	6,70	-	66,80	100,00
СПАВ	34,65	6,30	-	81,82	100,00
Железо общее	0,48	0,13	0,02	72,92	96,00
Никель	0,14	0,05	0,01	62,96	92,86
Медь	0,28	0,04	-	85,71	100,00
Цинк	0,46	0,06	0,01	87,04	97,83
Кадмий	1,07	0,01	-	99,06	100,00
Свинец	2,00	0,02	-	99,00	100,00
Литий	0,31	0,12	0,05	61,29	83,87
Натрий	52,16	51,10	49,05	2,01	5,96
Барий	0,05	0,02	0,01	40,00	80,00
Краска (взвесь)	20,37	2,80	0,02	86,25	99,90
Сульфат-ионы	168,51	168,49	159,80	0,01	5,17
Хлорид-ионы	54,18	49,70	48,19	8,27	11,05
Карбонат-ионы	2,79	1,10	0,84	60,73	69,89
Фосфат-ионы	14,44	4,50	1,97	68,75	86,35
Силикат-ионы	10,16	1,80	-	82,28	100,00
pH	8-9	8-9	8-9		

Показано, что бентонитовые глины обладают высокой сорбционной способностью по отношению не только нефтепродуктов, но и к молекулам синтетических поверхностно-активных веществ.

Таким образом, адсорбционно-ионообменным методом с применением бентонитовой глины, обладающей возможностью адсорбции веществ из многокомпонентных смесей, можно осуществить эффективно очистку сточных вод предприятий железнодорожной сети до ПДК с возвратом очищенной воды в технологический цикл (мойка вагонов, колесных пар, система охлаждения) с одновременной утилизацией природного сорбента. Данный метод можно использовать в комплексных схемах глубокой очистки сточных вод, включающих механическую, физико-химическую, биологическую и другие методы очистки.

Механизм процесса сорбции на бентонитовой глине при очистке сточных вод от веществ различной природы носит молекулярный, ионообменный и хемосорбционный характер.

Список литературы

1. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды. – Киев: Наукова Думка, 1989. – 292 с.

2. Руш Е.А. Экологические технологии: методы совершенствования технологий сорбционной очистки промышленных сточных вод // Инженерная экология. – 2005. – № 4. – С. 11-28.