

Таблица 4. Динамика удельных показателей выбросов оксида углерода в атмосферу, кг/чел.год*

Район/область	Год					Средний за период (1999—2003 гг.)
	1999	2000	2001	2002	2003	
Гомельский	57,2	54,6	57,8	51,8	51,3	54,5
Речицкий	33,4	32,9	33,6	29,1	26,4	31,1
Светлогорский	10,1	10,2	13,6	23,9	14,9	14,5
Жлобинский	37,6	37,3	38,9	36,2	39,3	37,9
Мозырский	102,2	112,9	142,9	159,5	173,6	138,2
Калинковичский	10,1	9,0	9,1	11,5	11,9	10,3
Ельский	12,2	11,2	15,1	14,8	14,4	13,5
Житковичский	13,3	13,2	11,3	14,6	21,8	14,8
Петриковский	9,2	9,0	10,3	10,3	11,4	10,0
Хойникский	8,6	6,7	10,3	9,9	13,9	9,9
Брагинский	4,1	4,2	3,6	4,1	2,5	3,7
Буда-Кошелевский	3,7	3,6	5,3	6,1	7,7	5,3
Ветковский	2,3	3,5	4,4	5,2	3,5	3,8
Наровлянский	7,0	4,8	14,9	5,3	8,3	8,1
Октябрьский	5,8	5,1	7,2	11,3	14,6	8,8
Чечерский	4,7	5,2	6,3	6,6	8,1	6,2
Кормянский	26,3	14,7	16,0	19,7	18,2	19,0
Лельчицкий	0,8	3,0	3,7	5,8	6,8	4,0
Лоевский	8,6	6,8	8,2	6,8	8,5	7,8
Добрушский	6,2	6,1	6,1	7,3	7,7	6,7
Рогачевский	6,5	5,8	6,2	6,2	8,7	6,7
Область	17,6	17,1	20,2	21,2	22,6	19,8

GALAI H.I. The spatial distribution of air pollutants in Gomel region

The main appraisal of condition of the surroundings belongs to ecological indices including air pollutions. The air pollution in Gomel region was estimated. Gomel region is distinguished by pollution from permanent sources (22%).

Specific share showings of total air pollution from permanent sources in administrative districts in Gomel region including solid substances and carbon monoxide have been established. The results of calculations have been presented in tables and maps. Heterogeneity of the spatial distribution of the density of air pollution from permanent sources and volumes of the pollution per head in every district has been determined. The technogenous loading of ingredients per unit of area and per head in Mosir, Gomel, Rechitsa, Svetlogorsk, Zhlobin districts is considerable. Maximum data of compactness of air pollution were noted in Mozir district (22400 kg/km²), minimum data were determined in Bragin district (86 kg/km²). It is due to different standards of industrial development. The spatial-temporal changeableness of the specific indices of hard substances and carbon oxide was exposed in each administrative district in Gomel region.

УДК 628.316.12

Грузинова В.Л.**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ****ВВЕДЕНИЕ**

Основными загрязнениями производственных сточных вод железнодорожных предприятий являются взвешенные вещества органического и минерального происхождения, эфирорастворимые вещества, фенолы и ПАВ. Нефтепродукты содержатся почти во всех производственных стоках железнодорожных предприятий. Попадая в воду, основная масса нефтепродуктов быстро всплывает на поверхность и образует пленку различной толщины. Количество плавающих нефтепродуктов колеблется в широких пределах (от десятков миллиграммов до сотен граммов на литр воды) и зависит главным образом от организации технологического процесса, состояния оборудования, трубопроводов и т. п. Меньшая часть нефтепродуктов эмульгируется, превращаясь в мельчайшие шарики размером от

десятих долей до сотен микрон, взвешенных в толще воды. Они образуются при сильном механическом перемешивании с водой в насосах, трубопроводах, лотках, при ударном воздействии струй промывочной жидкости на слой нефтепродуктов и т. п. Количество эмульгированных нефтепродуктов в воде колеблется обычно от единиц до сотен миллиграммов на литр, однако в отдельных случаях может быть и несколько большим. Например, в отработанных моющих растворах содержание их достигает 5 000–10 000 мг/дм³ [1]. Взвешенные вещества, загрязняющие стоки железнодорожных предприятий, в основном минерального происхождения. Удельный вес их равен 2–2,5 г/см³, поэтому они быстро осаждаются. Например, 90–95% взвеси, содержащейся в стоках пунктов обработки вагонов, выпадает в осадок за 5–10 минут. Однако в ряде случаев

Грузинова Валерия Леонидовна, ассистент кафедры «Экология и рациональное использование водных ресурсов» Белорусского государственного университета транспорта.

ул. Кирова, 34, БелГУТ, 246653, г. Гомель, Беларусь.

производственные стоки содержат органическую и мелкую минеральную взвесь, которую удается удалить лишь при длительном отстаивании или с помощью коагулянта.

Очистка сточных вод от нефтепродуктов является актуальной проблемой многих предприятий Белорусской железной дороги. Для повышения эффективности очистки сточных вод железнодорожных предприятий используют коагуляционную обработку воды. Для ускорения процесса и повышения эффекта очистки при коагуляции в некоторых случаях применяют флокулянты (полиэлектролиты). На предприятиях железнодорожного транспорта Республики Беларусь применяются такие коагулянты, как известь, сернокислое железо и сернокислый алюминий. При анализе эффективности работы очистных сооружений предприятий Белорусской железной дороги установлено, что в 55% локомотивных депо проектом предусмотрено применение реагентной обработки, однако на 10% предприятий ее не используют. Эффект очистки сточных вод коагуляционно-флокуляционным способом в оптимальных условиях составляет порядка 60%. Повышение эффективности очистки сточных вод при коагуляционной обработке возможно при использовании реагентов с высокой химической активностью, таких как оксихлорид алюминия.

Следующей ступенью очистки воды является применение фильтров с различной загрузкой. По результатам обследования железнодорожных предприятий установлено, что 87% локомотивных депо в составе очистных сооружений используют сорбционную очистку. Проектами предусматривается применение в качестве загрузки таких материалов, как пенополиуретан, активированный уголь, сипрон, кокс, вспененный полистирол, керамзит. Однако, в настоящее время 90% предприятий, имеющих удовлетворительные очистные сооружения, используют опилки или древесную стружку. Результаты анализов сточных вод свидетельствуют о том, что фильтры с древесной стружкой или опилками являются слабым звеном в технологической схеме и требуют совершенствования. Также подтверждается мнение о том, что использование данных материалов нецелесообразно из-за низкого эффекта очистки. Практика показывает, что при правильном выборе фильтрующих материалов эффект очистки может достигать в среднем 80%. В последнее время в нашей стране и за рубежом большое внимание уделяется сорбционным методам очистки нефтесодержащих сточных вод. С учетом республиканских программ по рациональному использованию вторичных ресурсов основной акцент делается на получение сорбентов из отходов производств различных отраслей промышленности. В этой связи возможно использование после соответствующей обработки отходов химической промышленности Республики Беларусь в качестве сорбирующей загрузки фильтров в системах очистки нефтесодержащих сточных вод. Кроме того, некоторые отходы производства (на основе полимеров) могут использоваться без дополнительной переработки, так как они уже обладают высокой величиной удельной поверхности, оптимальным объемом пор, диаметром волокон и т.д. При применении данных материалов появляется возможность снижения затрат на приобретение дорогостоящих полимерных сорбентов, обладающих схожими характеристиками.

АНАЛИЗ СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД

Проведя анализ состава сточных вод локомотивного депо после каждой ступени очистки можно сделать следующие заключения:

- при реагентной обработке сточных вод сульфатом алюминия эффективность очистки от взвешенных веществ невысокая (в среднем 24,6%) при дозе коагулянта 50 мг/дм³. Повышенное содержание взвешенных веществ негативно сказывается на последующей работе фильтров: снижается время защитного действия, сокращается время между промывками, увеличивается число промывок, а, следовательно, и расходы воды на промывку. Кроме того, данный реагент потребляется в больших дозах, что является причиной значительного остаточного содержания алюминия в очищенной воде;
- фильтры с древесной стружкой или опилками являются слабым звеном в технологической схеме, что подтверждается низкой величиной эффекта очистки: во взвешенных веществах – 3,5%, по нефтепродуктам – 40,56%. При использовании древесной стружки в качестве фильтрующей загрузки происходит выделение фенолов, скипидарного масла и других загрязнителей, что приводит к вторичному загрязнению воды.

Ввиду сложившейся ситуации с целью повышения эффективности очистки производственных сточных вод была рассмотрена возможность применения в системах очистки оксихлорида алюминия (ОХА) и полимерного сорбента на основе отходов химической промышленности.

Методика проведения и результаты исследований по применению оксихлорида алюминия. Отбор сточной воды производился не более, чем за 1 час до начала эксперимента, температура воды соответствовала производственным условиям. Перед началом эксперимента сточная вода была тщательно перемешана и отобрана проба для определения концентрации загрязнений по показателю рН, взвешенных веществ, нефтепродуктов и алюминия.

Отобранную пробу помещали в цилиндрическую емкость объемом 1 л, которую устанавливали на магнитную мешалку. В емкость вносили определенный объем рабочего раствора реагента, включив систему на быстрое перемешивание в течение 20 с, а затем продолжали перемешивать, но с меньшей скоростью (≈60 об/мин) в течение 5-15 минут. После этого смесительную систему выключали, емкости оставляли в покое на 30-60 минут, наблюдая за образованием и осаждением хлопьев. В период отстаивания отмечали время начала и окончания оседания, а также вид хлопьев. В конце опыта пипеткой отбирали пробу воды из верхнего слоя, не взмучивая осадок, для определения величины рН, концентрации взвешенных веществ, нефтепродуктов и остаточного алюминия. Наиболее интенсивно оседание хлопьев происходило в течение первых 15 минут отстаивания. Скорость оседания уменьшалась с увеличением времени отстаивания: вначале оседания скорость составляла 1 мм/с, в конце оседания 3-4 мм/с. Осадок по мере увеличения времени отстаивания уплотнялся. Осадок представляет собой гелеобразную рыхлую массу.

Результаты исследований по применению ОХА при удалении взвешенных веществ. Эффект очистки сточных вод \mathcal{E} , %, рассчитывался по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_H - C_K}{C_H} \cdot 100, \quad (1)$$

где C_H – начальная концентрация загрязнений, мг/дм³;

C_K – конечная концентрация загрязнений, мг/дм³.

Удельная нагрузка на ион A , мг/мг, определяется как снятая концентрация удаляемого загрязнения на данном интервале доз иона металла и вычисляется по формуле

$$A_i = \frac{C_H - C_K}{D_K} \cdot 100, \quad (2)$$

где D_K – доза коагулянта, мг/дм³.

Результаты исследований и расчетов по удалению взвешенных веществ ОХА представлены в таблице 1.

Для анализа результатов исследований и определения оптимальных параметров процесса коагуляции при удалении взвешенных веществ оксихлоридом алюминия были построены графические зависимости, анализ которых показывает, что:

- 1) удельная нагрузка на ион максимальна при дозе коагулянта 15,96 мг/дм³. Максимальная удельная нагрузка на ион соответствует дозе 15,96 мг/дм³, времени смешения 15 минут и составляет 9,1-9,3 мг/мг;
- 2) максимальный эффект очистки (97-99%) наблюдается:
 - а) при дозе реагента 21,28 мг/дм³, времени смешения 15 минут, времени отстаивания 45 минут;
 - б) при дозе реагента 10,64 мг/дм³, времени смешения 15 минут, времени отстаивания 45 минут;
 - в) при любом времени отстаивания при следующих условиях:
 - доза реагента 15,96 мг/дм³, время смешения – 15 минут;
 - доза реагента 26,6 мг/дм³, время смешения 5-10 минут;
- 3) при 5-10 минутах смешения реагента с водой при увеличении дозы эффект очистки увеличивается, при смешении в течение 15 минут с увеличением дозы более 16 мг/дм³ эффект очистки уменьшается.

Исходя из сделанных выводов можно сказать, что оптимальному режиму очистки будет соответствовать доза коагулянта 15,96 мг/дм³, время смешения 15 минут и время отстаивания 45-60 минут. При данных параметрах процесса коагуляции достигается максимальный эффект очистки сточной воды от взвешенных веществ (97-99%).

Таблица 1. Показатели процесса коагуляции по удалению взвешенных веществ

Доза коагулянта, мг/дм ³	Время смешения, мин	Время отстаивания, мин	Начальная концентрация, мг/дм ³	Конечная концентрация, мг/дм ³	Эффект очистки, %	Удельная нагрузка на ион, мг/мг
10,64	5	30	25,96	10,79	54,44	1,43
		45		4,32	83,36	2,03
		60		0,75	97,11	2,37
10,64	10	30	19,34	10,32	46,6	0,85
		45		15,27	21,1	0,38
		60		12,16	37,1	0,67
10,64	15	30	19,34	12,92	33,2	0,6
		45		0,22	98,9	1,8
		60		0,39	98,0	1,78
15,96	5	30	49,78	3,85	92,27	2,88
		45		7,57	84,79	2,64
		60		4,29	91,38	2,85
15,96	10	30	85,5	6,55	92,34	4,95
		45		8,34	90,24	4,83
		60		2,79	96,74	5,18
15,96	15	30	149,6	4,3	97,13	9,1
		45		2,89	98,07	9,19
		60		1,38	99,08	9,29
21,28	5	30	17,34	3,55	79,53	0,65
		45		1,38	92,04	0,75
		60		0,46	97,35	0,79
21,28	10	30	17,34	1,37	92,1	0,75
		45		1,16	93,3	0,76
		60		0,53	96,94	0,79
21,28	15	30	82,02	3,55	95,67	3,69
		45		0,51	99,38	3,83
		60		4,26	94,81	3,65
26,6	5	30	52,93	1,51	97,15	1,96
		45		1,22	97,7	1,94
		60		0,3	99,43	1,98
26,6	10	30	82,02	2,2	97,32	3,0
		45		1,99	97,57	3,01
		60		0,85	98,96	3,05
26,6	15	30	18,54	2,57	86,1	0,6
		45		6,8	63,3	0,44
		60		7,01	62,2	0,43
53,2	10	30	18,54	4,24	77,1	0,27
		45		10,66	42,5	0,15
		60		7,97	57,0	0,2

Результаты исследований по применению ОХА при удалении нефтепродуктов. Результаты исследований и расчетов по удалению нефтепродуктов ОХА представлены в таблице 2.

По данным таблицы 2 построены графические зависимости, анализ которых показал следующее:

а) максимальная удельная нагрузка на ион наблюдается при дозе реагента 15,96 мг/дм³ и времени смешения 5 минут и составляет 3,02 мг/мг. Меньшее значение наблюдается при дозах реагента 15,96 и 21,28 мг/дм³ и времени смешения 10 минут (2–2,3 мг/мг). При дозе реагента 10,64 мг/дм³ и времени смешения 10–15 минут удельная нагрузка на ион составляет в среднем 1,05 мг/мг. При остальных параметрах ее величина практически не изменяется и колеблется около 0,4 мг/мг;

б) при любом времени отстаивания максимальный эффект очистки устанавливается в двух случаях:

- 1) при дозе коагулянта 21,28 мг/дм³ и времени смешения 10 минут (93–94 %);
- 2) при дозе коагулянта 15,96 мг/дм³ и времени смешения 5 минут (91–93 %).

Близкий к максимальному эффект очистки (90–92,55 %) наблюдается при дозе коагулянта 15,96 мг/дм³, времени смешения 10 минут и времени отстаивания 45–60 минут.

Окончательно можно сделать вывод о том, что оптимальному режиму очистки будет соответствовать доза коагулянта 15,96 мг/дм³, время смешения 5–10 минут и время отстаивания 45–60 минут. При

данных параметрах процесса коагуляции достигается максимальный эффект очистки сточной воды от нефтепродуктов (91–93 %).

Методика проведения и результаты исследований по применению волокнистого полимерного сорбента. Эксперимент проводили при различных значениях плотности укладки материала и скорости течения воды. Результаты эксперимента при плотности загрузки $\rho=25$ г/дм³ представлены в таблице 3. Эффект очистки сточной воды от загрязняющих веществ определяли по формуле (1).

Результаты эксперимента при плотности загрузки $\rho=50$ кг/м³ представлены в таблицах 4–5.

Результаты эксперимента при плотности загрузки $\rho=75$ кг/м³ представлены в таблицах 6–7.

По данным таблиц 3–7 были построены графические зависимости, анализ которых показал следующее:

- при увеличении плотности загрузки эффект очистки постоянно увеличивается. Однако максимальный эффект очистки наблюдается при скорости фильтрации 2,2 м/ч. При увеличении скорости до 5 м/ч эффективность удаления взвешенных веществ снижается;
- при увеличении плотности загрузки эффект очистки сточной воды от нефтепродуктов постоянно увеличивается. Однако при скорости фильтрации 5 м/ч увеличение эффекта очистки более резкое;
- максимальный эффект очистки от нефтепродуктов наблюдается при скорости фильтрации 1 м/ч. Однако при большей плотности загрузки расхождение в эффекте очистки менее значительное. Минимальный эффект очистки наблюдается при скорости 2 м/ч.

Таблица 2. Показатели процесса коагуляции по удалению нефтепродуктов

Доза коагулянта, мг/дм ³	Время смешения, мин	Время отстаивания, мин	Начальная концентрация, мг/дм ³	Конечная концентрация, мг/дм ³	Эффект очистки, %	Удельная нагрузка на ион, мг/мг
10,64	5	30	6,68	2,27	66	0,41
		45		2,06	69,2	0,43
		60		2,15	67,8	0,43
10,64	10	30	13,5	2,75	79,6	1,01
		45		2,77	79,5	1,01
		60		2,07	84,7	1,07
10,64	15	30	13,5	2,05	84,8	1,07
		45		2,18	83,9	1,06
		60		1,59	88,2	1,12
15,96	5	30	51,75	4,33	91,6	2,97
		45		3,54	93,16	3,02
		60		3,48	93,3	3,02
15,96	10	30	38,01	7,04	81,5	1,94
		45		3,6	90,5	2,16
		60		2,83	92,55	2,2
15,96	15	30	14,7	2,47	83,2	0,77
		45		2,13	85,51	0,79
		60		2,01	86,33	0,8
21,28	5	30	11,24	2,05	81,76	0,43
		45		2,21	80,34	0,42
		60		2,12	81,14	0,43
21,28	10	30	51,75	3,22	93,8	2,28
		45		3,08	94,05	2,29
		60		3,45	93,3	2,27
21,28	15	30	11,24	2,15	80,87	0,43
		45		1,91	83,01	0,44
		60		1,98	82,38	0,44
26,6	5	30	13,5	2,61	80,67	0,41
		45		2,38	82,37	0,42
		60		1,87	86,15	0,44
26,6	10	30	13,5	2,14	84,15	0,43
		45		2,36	82,52	0,42
		60		2,09	84,52	0,43
26,6	15	30	13,5	2,27	83,2	0,42
		45		1,61	88,1	0,45
		60		1,98	85,3	0,43
53,2	10	30	10,86	3,22	70,3	0,14
		45		3,07	71,7	0,14
		60		2,61	76,0	0,15

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований, полученных результатов и построенных графических зависимостей можно дать следующее заключение:

- при применении оксихлорида алюминия оптимальному режиму очистки будет соответствовать доза коагулянта 15,96 мг/дм³, время смешения 5-10 минут и время отстаивания 45–60 минут. При данных параметрах процесса коагуляции достигается близкий к максимальному эффект очистки сточной воды от взвешенных веществ (92-96 %) и максимальный эффект очистки сточной воды от нефтепродуктов (91-93 %);
- при применении в качестве сорбента отходов волокнистого полипропилена оптимальному режиму очистки будет соответствовать плотность загрузки материала 75 кг/м³, скорость движения воды – 1 м/ч. При указанных параметрах эффект очистки сточных вод по взвешенным веществам составляет 81%, по нефтепродуктам – 77-80%.

На основании проведенных исследований были разработаны рекомендации по применению оксихлорида алюминия и полимерного сорбента в системах очистки нефтесодержащих сточных вод и проект стандарта организации «Загрузка фильтрующая полимерная очистных сооружений нефтесодержащих сточных вод. Порядок обращения». Данные Рекомендации утверждены приказом Управления Белорусской железной дороги № 322НЗ от 02.05.2007 к применению на предприятиях железнодорожного транспорта республики Беларусь. На основании данного приказа в настоящее время начаты исследования

по внедрению предложенной технологической схемы очистки сточных вод на Транспортном РУП «Локомотивное депо Лунинец».

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Водоснабжение и водоотведение на железнодорожном транспорте: учеб. для вузов ж-д трансп. / В.С. Дикаревский [и др.]. – М.: ИГ «Вариант», 1999. – 440 с.
2. Шутько, А. П. Очистка воды основными хлоридами алюминия / А. П. Шутько. – К.: Техніка, 1984. – 136с.
3. Повышение эффективности очистки производственных сточных вод с применением полиоксихлоридов алюминия / Н. С. Серпокрылов [и др.] // Водоснабжение и санитарная техника. – 2004. – №1. – С. 30–32.
4. Исследование состояния экологической безопасности на железнодорожном транспорте и разработка рекомендаций по сокращению выбросов вредных веществ: отчет о НИР (заключ.) / БелГУТ, НИЦ ЭиЭТ; рук. темы В.М. Овчинников. – Гомель, 2006.
5. Абросимов, А.А. Экология переработки углеводородных систем: учебник / Под ред. М.Ю. Доломатова, Э.Г. Теляшева. – М.: Химия, 2002. – 608 с.
6. Технические свойства полимерных материалов: Учеб.-справ. пособие./ В.К. Крыжановский [и др.]. – СПб: Изд-во «Профессия», 2003. – 240 с.
7. Полимерные волокнистые melt-blown материалы / Гольдаде В.А. [и др.]. – Гомель: ИММС НАНБ, 2000. – 260 с.

Материал поступил в редакцию 06.11.07

Таблица 3. Характеристики режима фильтрации при удалении нефтепродуктов ($\rho=25 \text{ кг/м}^3$, $H=16 \text{ см}$)

Время отбора проб, ч	Скорость течения воды, м/ч	Расход сточной воды, м ³ /ч	Начальная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Конечная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Эффект очистки, %
0,5	0,566	0,0036	6,25	4,13	33,9
1,0	0,566	0,0036	6,25	4,16	33,4
1,5	0,566	0,0036	6,25	4,41	29,4
2,0	0,566	0,0036	6,25	3,94	37,0
2,5	0,566	0,0036	6,25	4,1	28,8
0,5	0,566	0,0036	5,76	3,7	35,8
1,0	0,566	0,0036	5,76	4,11	28,6
1,5	0,566	0,0036	5,76	4,23	26,6
2,0	0,566	0,0036	5,76	3,46	39,9
0,5	0,089	0,00056	14,35	8,34	41,9
1,0	0,089	0,00056	14,35	7,17	50,03
1,5	0,089	0,00056	14,35	7,56	47,32
2,0	0,089	0,00056	14,35	7,71	46,27
2,5	0,089	0,00056	14,35	6,87	52,12
3,5	0,089	0,00056	14,35	6,81	52,54
4,0	0,089	0,00056	14,35	6,43	55,19
4,5	0,089	0,00056	14,35	7,31	49,06
5,0	0,089	0,00056	14,35	6,98	51,36
5,5	0,089	0,00056	14,35	6,36	55,68

Таблица 4. Характеристики режима фильтрации при удалении нефтепродуктов ($\rho=50$ кг/м³, $H=16$ см)

Время отбора проб, мин	Скорость течения воды, м/ч	Расход сточной воды, м ³ /ч	Начальная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Конечная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Эффект очистки, %
10	1,075	0,0054	10,3	3,33	67,7
20	1,075	0,0054	10,3	3,96	61,55
30	1,075	0,0054	10,3	3,81	63,01
40	1,075	0,0054	10,3	3,46	66,4
50	1,075	0,0054	10,3	4,47	56,6
60	1,075	0,0054	10,3	4,26	58,6
10	2	0,01008	36,71	17,3	52,9
20	2	0,01008	36,71	16,34	55,5
30	2	0,01008	36,71	19,52	46,8
40	2	0,01008	36,71	18,36	49,2
50	2	0,01008	36,71	19,39	47,2
60	2	0,01008	36,71	27,01	26,4
10	5	0,0252	37,13	16,93	54,4
20	5	0,0252	37,13	16,6	55,3
30	5	0,0252	37,13	20,33	45,2
40	5	0,0252	37,13	22,09	40,5
50	5	0,0252	37,13	19,3	48,02
60	5	0,0252	37,13	21,51	42,07

Таблица 5. Характеристики режима фильтрации при удалении взвешенных веществ ($\rho=50$ кг/м³, $H=16$ см)

Время отбора проб, мин	Скорость течения воды, м/ч	Расход сточной воды, м ³ /ч	Начальная концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³	Конечная концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³	Эффект очистки, %
10	1,0	0,00504	20,74	7,36	64,5
10	2,2	0,01116	20,74	4,3	79,3
10	5,3	0,0263	20,74	11	47

Таблица 6. Характеристики режима фильтрации при удалении нефтепродуктов ($\rho=75$ кг/м³, $H=16$ см)

Время отбора проб, мин	Скорость течения воды, м/ч	Расход сточной воды, м ³ /ч	Начальная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Конечная концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Эффект очистки, %
1	2	3	4	5	6
10	1,0	0,005	15,2	2,98	80,4
20	1,0	0,005	15,2	3,17	79,14
30	1,0	0,005	15,2	3,27	78,5
40	1,0	0,005	15,2	3,23	78,75
50	1,0	0,005	15,2	3,33	78,1
60	1,0	0,005	15,2	3,31	78,22
70	1,0	0,005	15,2	3,43	77,43
10	2,2	0,011	12,1	3,78	68,76
20	2,2	0,011	12,1	3,98	67,1
30	2,2	0,011	12,1	4,1	66,1

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6
40	2,2	0,011	12,1	3,9	67,78
50	2,2	0,011	12,1	4,05	66,53
60	2,2	0,011	12,1	3,87	68,02
70	2,2	0,011	12,1	3,71	69,34
10	5	0,0248	35,63	4,87	86,3
20	5	0,0248	35,63	11,85	66,7
30	5	0,0248	35,63	9,32	73,8
40	5	0,0248	35,63	9,38	73,7
50	5	0,0248	35,63	9,59	73,08

Таблица 7. Характеристики режима фильтрации при удалении взвешенных веществ ($\rho=75 \text{ кг/м}^3$, $H=16 \text{ см}$)

Время отбора проб, мин	Скорость течения воды, м/ч	Расход сточной воды, м ³ /ч	Начальная концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³	Конечная концентрация взвешенных веществ, мг/дм ³	Эффект очистки, %
10	1,0	0,005	16,2	3,07	81,05
10	2,2	0,011	32,57	3,74	88,52
10	5,0	0,0248	60,41	16,36	72,9

GRUZINOVA V.L. Intensity of job of clearing structures petroleum of containing waste water of the railway enterprises

The purpose of the given job is the establishment of an optimum mode of process of loss of substance from a solution and process of absorption of one substance by another processings the petroleum contains waste water of the enterprises of a railway transportation of Republic Belarus, at which the maximal effect of clearing of drains on the weighed substances and petroleum is observed. For achievement of an object in view the laboratory researches with application oxyhlorid of aluminium for definition of an optimum doze of chemical substance, time of his mixture with water and time of upholding of drains were carried out. Besides the researches on an establishment of an optimum mode of absorption were carried out at extraction from waste water of the railway enterprises of petroleum and weighed substances, as loading using a polymeric fibrous material on the basis of breakage of chemical manufacture. Upon termination of researches on the basis of positive results the recommendations for application oxyhlorid of aluminium and polymeric substance were developed which absorbs other substance in systems of clearing petroleum of containing waste water.

УДК 628.162

Магрел Лех, Брылка Ежи, Сторожук Н.Ю.

СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ АЭРАЦИИ НА ПРИМЕРЕ КАНАЛИЗАЦИОННОЙ ОЧИСТНОЙ СТАНЦИИ ГОРОДА БЕЛОСТОКА

ВВЕДЕНИЕ

Строительство городской очистной станции сточных вод в Белостоке осуществлялось с 1980 по 1994 гг. на основании проекта варшавского проектного бюро коммунального строительства «Столица». Объект был введен в эксплуатацию в 1994 году. На очистной станции используются следующие сооружения:

- главная насосная станция с механическими решетками;
- горизонтальные аэрируемые песколовки;
- первичные горизонтальные отстойники;
- аэротенки;
- вторичные радиальные отстойники;
- насосная станция для перекачки осадка;
- гравитационные, радиальные илоуплотнители;
- бродильные камеры;
- газохранилище;
- биологические пруды.

ПРОЕКТНЫЕ ДАННЫЕ

Производительность: $Q_{\text{ср}} = 176500 \text{ м}^3/\text{сут.}$, $Q_{\text{ср ч}} = 10400 \text{ м}^3/\text{час}$
 Концентрация загрязнений: БПК₅ = 300 г O₂/м³, взвешенные вещества – 355 г/м³

Количество загрязнений: БПК₅ = 53000 кг/сут., взвешенные вещества – 62500 кг/сут

Количество осадка, поступающего на сбраживание – 1700 м³/сут.

Количество сброженного осадка – 1000 м³/сут.

Количество газа – 26000 м³/сут.

Восемь аэротенков с системой поверхностной аэрации емкостью 7000 м³ каждый сгруппированы в двух отдельных технологических очередях. С целью обеспечения необходимого количества кислорода, в каждом аэротенке были запроектированы шесть аэраторов

POWOGAZ типа APC 2700 со следующей производительностью:

- от 39 до 84 кг O₂/час при высоких оборотах;
- от 23 до 30 кг O₂/час при низких оборотах (в зависимости от глубины погружения ротора).

Было принято время аэрирования (при $Q_{\text{ср ч}} = 10400 \text{ м}^3/\text{час}$) примерно 6 часов, а нагрузка на активный ил 0,26 кг БПК₅ на кг ила в сутки, при концентрации активного ила 3,5 кг/м³. Стоки подводятся лотками, проложенными на 2/3 длины аэротенков.

Каждая технологическая очередь представляет собой единый бассейн из четырех аэротенков, соединенных трубопроводом диаметром 1600 мм, с открытым лотком, отводящим смесь стоков и активного ила во вторичные отстойники. Осветленные стоки отводятся по лотку в водоем-приемник.

Шесть вторичных радиальных отстойников диаметром 48 м и глубиной 3,5 м, сгруппированы в два комплекса. Каждый имеет отдельный трубопровод, по которому смесь стоков и активного ила, откачанная при помощи гидроэлеваторов, поступает на насосную станцию.

Насосная станция имеет два приемных отделения, разделенных шибером. Пять рециркуляционных насосов установлены таким образом, чтобы использовать либо одно, либо два приемных отделения.

В 1994 году на аэротенках, входящих во вторую технологическую очередь, была проведена модернизация, которая касалась замены системы поверхностной аэрации системой мелкопузырчатой пневматической аэрации с выделением зон для удаления избытка биогенных соединений. Система аэрации были изменена в 4 из 8 аэротенков. Модернизация проводилась на существующих объектах без внесения изменений в технологические трубопроводы. В процессе модернизации предполагалось установить пять воздухоудовок фирмы Ochsner (Австрия) с двигателями мощностью 160 кВт каждый, которые позже заменили двигателями мощностью 200 кВт.

Магрел Лех, Брылка Ежи, Белостокский политехнический институт.

Сторожук Н.Ю., Брестский государственный технический университет.