

Рисунок 6 – Деструкция ИМД обработкой УФ излучением

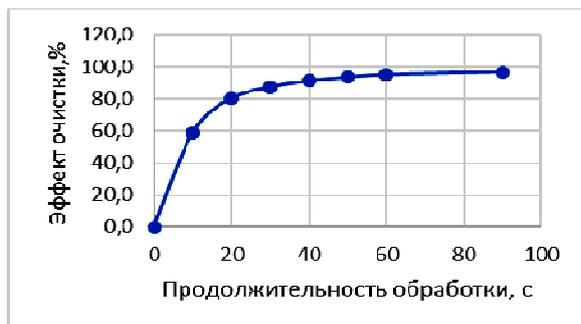


Рисунок 7 – Эффект очистки воды от ИМД обработкой УФ излучением (интенсивность излучения 35 мДж/см²)

Заключение. Выполнены теоретические и экспериментальные исследования по очистке воды от пестицидов улучшенными окислительными технологиями на примере имidakлоприда.

Проведены эксперименты по интенсификации очистки воды от имidakлоприда улучшенными окислительными технологиями: обработкой пероксидом водорода в присутствии катализаторов; прямым озонированием; ультрафиолетовым облучением.

Исследования по обработке раствора имidakлоприда пероксидом водорода в присутствии катализаторов диоксида титана (TiO₂), диоксида марганца (MnO₂), соли железа (II) показали, что во всех случаях наблюдалось разложение пероксида водорода с образованием кислорода (по уравнению: 2H₂O₂ = 2H₂O + O₂ ↑), снижения концентрации имidakлоприда не наблюдалось.

В результате экспериментов по деструкции имidakлоприда прямым озонированием установлено, что при удельной дозе озона 1 мг/мг, продолжительности контакта 300 секунд концентрация ИМД уменьшается на 40%.

Наибольшая эффективность деструкции имidakлоприда наблюдалась в результате ультрафиолетового облучения. При интенсивности излучения 35 мДж/см², продолжительности обработки 90 секунд эффект деструкции ИМД составил 97%.

GURINOVICH A.D., ZHITENEV B.N., LYUBCHUK Yu.E. Wastewater treatment from pesticides by improved oxidation technologies

The article presents the results of experiments on wastewater treatment from pesticides on the example of Imidacloprid, a new generation of systemic insecticide belonging to the chemical class of nitrogen-containing heterocyclic pesticides. Studied: treatment of hydrogen peroxide in the presence of catalysts; direct ozonation; ultraviolet irradiation. The highest efficiency of destruction of Imidacloprid was observed as a result of ultraviolet radiation. At the radiation intensity of 35 MJ/cm². The treatment duration of 90 seconds, the effect of destruction of the ID was 97%.

УДК 628.543

Урецкий Е. А., Дарманян А. П., Мороз В. В.

РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩАЯ РЕАГЕНТНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ СОВМЕСТНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ЛАКОКРАСОЧНЫХ И ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ ПРИБОРО- И МАШИНОСТРОЕНИЯ

Предприятия приборо- и машиностроения, как правило, помимо гальванических производств имеют и окрасочное производство. Крайне опасными загрязнителями сточных вод этих производств являются минеральные (хром, никель, цинк, соединения свинца,

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кофман, В.Я. Очистка воды и сточных вод от соединений с гормональной активностью (обзор) / В.Я. Кофман // Водоснабжение и санитарная техника. – 2012. – № 6 – С. 16–28.
2. Национальный план выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь по Стокгольмской конференции о стойких органических загрязнителях, на 2007–2010 годы и на период до 2008 года / Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, Глобальный экологический фонд, Всемирный банк. – Минск : Белсэс, 2006. – 200 с.
3. Гончарук, В.В. Способ и устройство для подготовки воды. Спосіб очистки води / В.В. Гончарук, В.Ф. Вакуленко, А.М. Сова, О.О. Самсоні-Тодоров // Пат. 58327 Украина, МПК 7 С 02 F 1/32, С 02 F 1/78. Ін-т колоїд. хімії та хімії води НАНУ. N 2002119410; Заявл. 26.11.2002; Опубл. 15.07.2003. Укр. UA.
4. Kasprzyk-Hordern, V. Увеличение эффективности озонирования при подготовке воды / V. Kasprzyk-Hordern, K. Gromadzka, P. Andrzejewski, J. Nawrocki // Zastosowanie faz niepolarnych do zwiekszenia efektywnosci procesu ozonowania w technologii uzdatniania wody. – Ochr. srod. – 2003. – N 3. – С. 65–69.
5. Kene, M. Обработка воды, содержащей ацетохлор, озонированием / M. Kene, J. Kumik // Ozonization of acetochlor: Kinetics, by-products and toxicity of treated aqueous solutions. Chem. and Biochem. – Eng. Quart. – 2004. – N 3. – С. 241–247, 319.
6. Hai-Yan, L. Удаление алахлора в каталитических процессах / Li Hai-Yan, Qu Jiu-Hui, Zhao Xiang, Liu Hui-Juan // Removal of alachlor from water by catalyzed ozonation in the presence of Fe²⁺, Mn²⁺, and humic substances. – J. Environ. Sci. and Health. B. – 2004. – N 5–6. – С. 791–803.
7. Gunes, Y. Оценка токсичности сточных вод при их очистке с применением озонирования / Y. Gunes, I. Talinli, A. Ongen // Inhibition evaluation of a liquid hazardous waste detoxified by ozone oxidation. Environmental Applications of Advanced Oxidation Processes (EAAOP-1): The 1 European Conference, Chania, Sept. 7–9, 2006: book of Abstracts. – Chania: Techn. Univ. Crete, 2006. – С. 112.
8. Maldonado, M.I. Деструкция пестицидов и других загрязнителей в процессе озонирования / M.I. Maldonado, S. Malato, L.A. Perez-Estrada, W. Gemjak, I. Oller, X. Domenech, J. Peral // Partial degradation of five pesticides and an industrial pollutant by ozonation in a pilot-plant scale reactor. – J. Hazardous Mater. – 2006. – N 2. – С. 363–369.
9. Yan-jun, H. Обработка водных растворов озонированием / Hou Yan-jun, Ma Jun, Sun Zhi-zhong, Yu Ying-hui, Zhao Lei // Degradation of benzophenone in aqueous solution by Mn-Fe-K modified ceramic honeycomb-catalyzed ozonation. – J. Environ. Sci. – 2006. – N 6. – С. 1065–1072.
10. Real, F.J. Удаление диазинона в различных окислительных процессах / F.J. Real, F.J. Benitez, J.L. Acero, M. Gonzalez // Removal of diazinon by various advanced oxidation processes. – J. Chem. Technol. and Biotechnol. – 2007. – N 6. – С. 566–574.

Материал поступил в редакцию 15.05.2018

(гальванокоагуляция, ультрафильтрация, сжигание, ионный обмен и др.) связаны с очень большими энергетическими затратами, высокой стоимостью технологического оборудования, дефицитностью реагентов и потребностью в значительных производственных площадях. Отсутствие малозатратных и энергосберегающих методов обезвреживания сточных вод окрасочных производств объясняется тем, что этот вид сточных вод характеризуется сложным и переменным составом, высокой токсичностью, преимущественным содержанием растворенных, а не взвешенных веществ.

Обследование гальванических и покрасочных производств многочисленных предприятий приборо- и машиностроения СНГ проведённых авторами статьи [1, 2], показали, что на этих производствах основные стадии подготовки поверхности деталей перед покрытием (обезжиривание, травление, пассивация) идентичны и отличаются лишь завершающими операциями – покрытие поверхности изделий лакокрасочными материалами или гальваническое покрытие. Это создаёт предпосылки для создания совместной технологии обработки сточных вод гальванического и покрасочного производства.

Для разработки совместной ресурсосберегающей реагентной технологии очистки сточных вод лакокрасочных и гальванических производств приборо- и машиностроения были предварительно проведены исследования:

- производственных процессов лакокрасочных и гальванических производств, с определением оптимального характера формирования образующихся потоков сточных вод, их количественного, качественного состава и способов обработки. На основании проведенных исследований было осуществлено рациональное формирование потоков сточных вод окрасочного, гальванического производства и производства печатных плат у мест их образования, позволяющее осуществить эффективную очистку от ЛКМ, а именно:
 - сточные воды из гидрофильтров покрасочных камер;
 - промывные кислотнo-щелочные сточные воды;
 - промывные хромсодержащие сточные воды;
 - отработанные щелочные растворы;
 - отработанные кислые растворы, содержащие восстановители Fe^{2+}, Cu^+ и др.;
 - отработанные кислые растворы (HNO_3, H_3PO_4 и др.), не содержащие восстановителей;
 - отработанные хромсодержащие растворы.
- Рациональное формирование потоков сточных вод, направляемых на очистные сооружения, позволило:
- решить основную технологическую задачу – окисление ионов железа (II), содержащегося в ОТП, до ионов железа (III), в процессе восстановления хрома (IV) до хрома (III). При этом отпала необходимость в подщелачивании общего потока сточных вод до $pH=9,5$, обусловленного присутствием гидроксида железа (II);
 - практически полностью отказаться от приобретения реагентов-восстановителей: бисульфита натрия ($NaHSO_3$), сульфата железа ($FeSO_4$), а также серной кислоты (H_2SO_4), необходимой для поддержания оптимальной величины $pH=2,0-3,0$ в реакторе для проведения процесса восстановления хрома (VI) до хрома (III);
 - до 80% сократить потребность в приобретаемых реагентах для нейтрализации сточных вод (строительная известь и др.);
 - уменьшить вторичное загрязнение реагентами сточных вод и соответственно уменьшить затраты, необходимые при повторном использовании их (обессоливание и пр.) в основном производстве;
 - уменьшить, в среднем 2–4 раза, объём образующегося осадка в осветлителях;

- качественного и количественного состава отработанных технологических растворов (ОТП), не утилизируемых в основном производстве, с целью использования их вместо приобретаемых реагентов в процессе очистки сточных вод;
- кинетики агрегирования и сорбции ЛКМ на образующихся в процессе нейтрализации всех видов сточных вод оксигидратных коллекторах;
- гидродинамики лабораторных и производственных аппаратов с помощью функции распределения времени пребывания для выявления в них застойных и байпасных зон во избежание установки в них чувствительных элементов систем автоматического регулирования (САР);
- повышению селективных свойств чувствительных элементов САР, допускающих использование вместо покупных реагентов ОТП;
- по определению оптимальных временных интервалов обработки сточных вод, позволяющих совместить стадии усреднения, смешения и реакции в одном объёме автоматизированного химического аппарата;
- по оптимизации работы вертикальных отстойников;
- комплексного состава осадка сточных вод гальванического и покрасочного производства с целью возможности использования его при производстве строительной керамики. Осадок интегрального состава образуется в осветлителях. Химический состав осадка ОАО «БЭМЗ», по результатам совместных исследований БрГТУ и МГПИ, приведен в таблице 1.

Утилизация подсушенного осадка интегрального состава, загрязнённого токсичными ЛКМ, может предусматриваться в качестве сырья для производства таких строительных материалов, как керамзит, кирпич и пр., требующих обработки при температурах выше $900\text{ }^{\circ}\text{C}$.

При этой температуре не только гарантировано выгорание органических веществ, но и снижается потребность в топливе для получения керамической продукции.

Наилучшим объектом приложения является керамзит, в первую очередь по санитарным и природоохранным соображениям, поскольку зёрна керамзита в лёгких ячеистых бетонах защищены от воздействия влаги, исключён также антропогенный контакт.

Кроме того, добавка к изделиям 2–5% осадка гальванического производства к керамической массе снижает температуру обжига её с $980\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $920\text{ }^{\circ}\text{C}$, упрочняет их на 15–30%, снижает на треть водопоглощение и увеличивает морозостойкость. Полученная продукция (рядовой и многослойный кирпич, керамзит, керамическая плитка и пр.) проверена на экологическую безопасность и рекомендована к использованию Белорусским научно-исследовательским санитарно-гигиеническим институтом.

Влажность осадка после обезвреживания его на вакуум-фильтрах ОАО «БЭМЗ» 70% и менее. Далее осадок не подсушивался. С такой влажностью он вывозится на утилизацию на предприятие стройиндустрии, т. к. для дозирования его во влажную керамическую смесь, перед обжигом, подсушивать нет необходимости.

Вследствие того, что химический состав осадка не постояен, его состав перед использованием уточняется технологической лабораторией Брестского комбината строительных материалов.

Исследования по разработке технологии совместной очистки сточных вод лакокрасочных и гальванических производств приборо- и машиностроения осуществлялись в три этапа:

- на первом этапе была определена эффективность удаления летучих органических загрязнений в результате барботирования сточных вод воздухом, определялась степень деструкции легко окисляемых ЛКМ кислородом воздуха и величина снижения ХПК за счёт удаления образующегося пенного продукта;
- на втором этапе был проведен анализ степени деструкции органических загрязнений при совместной обработке сточных вод, загрязнённых ЛКМ и соединениями хрома в кислой среде;

Таблица 1 – Химический состав осадка (в пересчете на оксиды), %

	Fe_2O_3	Al_2O_3	Cr_2O_3	MnO_2	ZnO	CaO	MgO	CuO	Потери при прокаливании, %	
	4,9	15,3	2,3	1,1	10,3	4,0	16,3	5,5	1,9	27,4
	2,9	12,9	4,7	1,0	4,6	5,8	22,9	1,5	1,4	23,6

Таблица 2 – Осреднённые результаты опытов по совместной очистке сточных вод гальванических и лакокрасочных производств

Показатели	1 этап			2 этап			3 этап			Суммарный эффект очистки, %
	Сточные воды, содержащие ЛКМ	Характеристика сточных вод после обработки	Эффект очистки, %	Смесь сточных вод, содержащих ЛКМ и хром	Характеристика сточных вод после обработки	Эффект очистки, %	Смесь всех видов сточных вод	Характеристика сточных вод после их обработки и отстаивания	Эффект очистки, %	
pH	6,9	6,7	-	6,9	4,05	-	6,9	8,5	-	96,2
ХПК, мг O ₂ /дм ³	1580	1264	19,9	751	601	20,1	101,1	40	60,4	99,6
Фенол, мг/дм ³	155,0	13,6	91,2	6,8	4,6	32,6	0,76	0,58	23,7	96,1
Ацетон, мг/дм ³	25,0	18,0	28,0	8,2	4,0	52,0	2,5	1,0	60,0	99,7
Ксилол, мг/дм ³	21,5	2,43	88,7	1,2	0,6	50	0,1	0,05	50,0	99,1
Формальдегид, мг/дм ³	43,2	27,1	37,5	12,8	5,3	59	0,9	0,4	65,1	

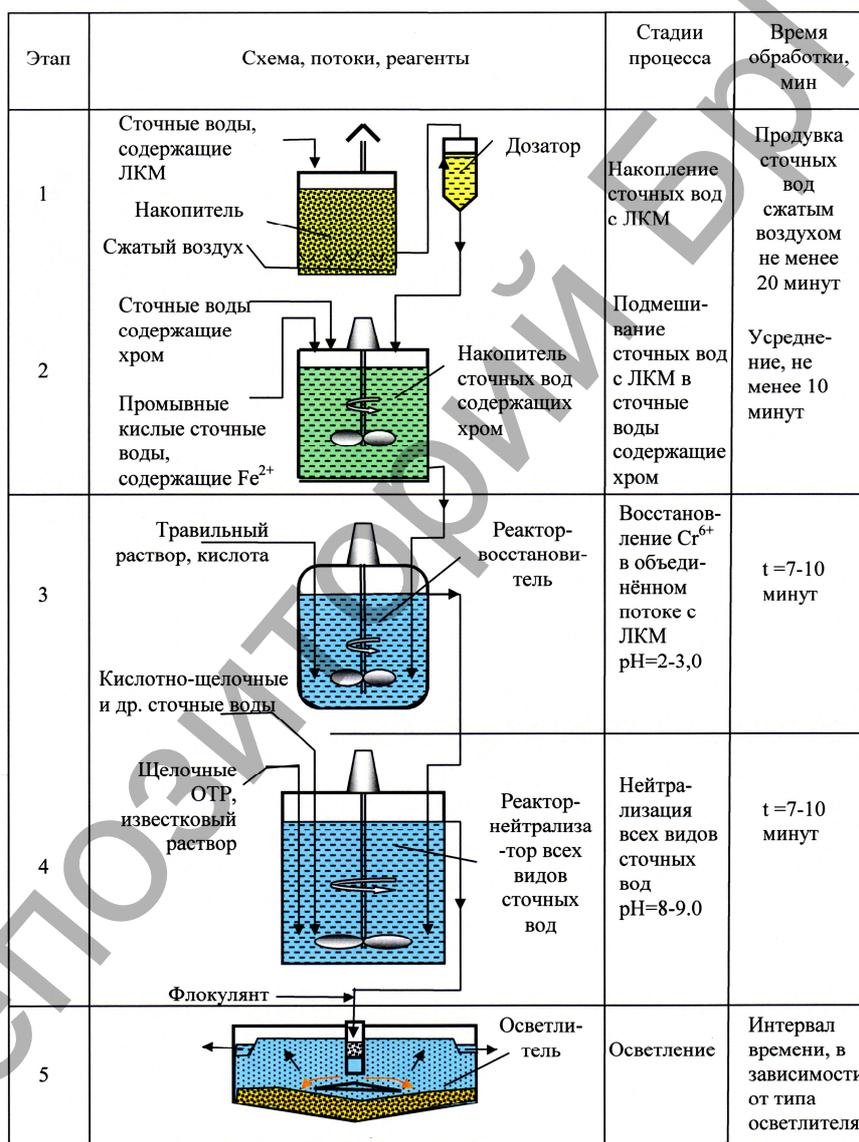


Рисунок 1 – Схема «попутной» технологии очистки сточных вод, загрязнённых лакокрасочными материалами (ЛКМ) на очистных сооружениях гальванического производства реагентного типа

- на третьем этапе – установлена эффективность адсорбции органических веществ на оксигидратном коллекторе, образующемся в процессе нейтрализации всех видов сточных вод и снижение ХПК после 30-минутного отстаивания в лабораторных условиях.

Осреднённые результаты опытов по совместной очистке сточных вод гальванических и лакокрасочных производств приведены в таблице 2.

Проведенные исследования позволили установить возможность эффективной очистки сточных вод, загрязнённых ЛКМ, в рамках существующих реагентных схем очистки сточных вод гальванического производства. Результаты проведённых исследований представлены в таблице 2.

Разработанная технология [5, 6, 7], приведена на рисунке 1.

Таблица 3

№ п/п	Наименование ингредиента	Единица измерения	Средний, доверительный интервал концентраций после реактора нейтрализатора	Наблюдаемый максимум до и после вертикального отстойника	
				до	после
1	Хром (VI)	мг/л	отсут.	-	отс.
2	Хром общ.	мг/л	10–20	не опр.	1,7
3	Цинк	мг/л	15–28	32,1	0,2
4	Никель	мг/л	2,2–4,9	5,20	0,1
5	Железо	мг/л	70–195	250	1,5
6	Медь	мг/л	11–22	28,0	0,5
7	Кислота	мг-экв/л	7,9–9,1	10,8	отс.
8	Щёлочь	мг-экв/л	3–4,2	5,25	отс.
9	pH		не опр.	не опр.	8,6
10	ХПК	мг/л	1500–2000	2500	21,6
Суммарное содержание основных ингредиентов (Feобщ, Crобщ, Cu, ...Zn, Ni и др.), образующих оксигидратный коллектор					108,2–269,9

Технология реализована в рамках реагентных очистных сооружений стоков гальванического производства на Брестском электрохимическом заводе (БЭМЗ).

Эта технология реализуется следующим образом. Сточная жидкость, содержащая лакокрасочные загрязнения, направляется в приёмный резервуар, где отдувается в течение не менее 20 минут сжатым воздухом с интенсивностью перемешивания 3–5 л/(с·м²). После этого обработанная вода через дозатор равномерно подмешивается в приёмный резервуар сточных вод, содержащих хром(IV), и кислотных промывных сточных вод, содержащих восстановитель железа (II). Во избежание окисления восстановителя перемешивание смеси сточных вод в этом резервуаре осуществляется механической мешалкой.

Далее эта смесь сточной жидкости подаётся в реактор обработки хромсодержащих стоков. Поддержание в нём pH=2–3 осуществляется кислотами ОТР травления черных металлов, содержащими до 90% железа (II), остальное железо (III). При этом происходит восстановление хрома (VI) до хрома (III), а также деструкция органических загрязнений бихроматами и катализирующим этот процесс традиционным катализатором хромом. Время обработки стоков – до 10 минут.

После этой стадии обработки сточная жидкость направляется на совместную нейтрализацию с другими видами сточных вод в реактор – нейтрализатор всех видов стоков. В этом реакторе с помощью нейтрализующих растворов поддерживается pH=8,0–9,0. При этом происходит сорбция органических загрязнений на образующем оксигидратном коллекторе. Во избежание разрушения хлопьев взвеси максимальный интервал времени обработки до 10 минут.

Дальнейшее снижение концентрации лакокрасочных соединений происходит в осветлителе, за счёт эффекта соосаждения взвесей. Для более эффективного осветления обработанных сточных вод на входе в осветлитель может добавляться флокулянт.

Средний, доверительный интервал концентраций загрязнений после реактора-нейтрализатора и наблюдаемый максимум до и после вертикального отстойника приведен в таблице 3.

Заключение

1. Определён оптимальный характер формирования образующихся потоков сточных вод гальванического и покрасочного производства у мест их образования, позволяющий их обезвреживание, на очистные сооружения гальванического производства реагентного типа в три стадии (барботирование сточных вод, содержащих ЛКМ, сжатым воздухом; дальнейшую их совместную обработку с хромсодержащими сточными водами; сорбцию ЛКМ на оксигидратном коллекторе, образующемся в процессе нейтрализации всех видов сточных вод).

2. Установлен качественный и количественный состав отработанных технологических растворов (ОТР), не утилизируемых в основном производстве. Это позволило практически полностью отказаться от реагентов-восстановителей (NaHSO₃, Na₂SO₃, FeCl₂ и др.), необходимых для ведения процесса восстановления хрома (VI) до хрома (III) и серной кислоты H₂SO₄ для создания кислой среды

(pH=2,5–5,0) при совместном их обезвреживании со сточными водами, загрязнёнными ЛКМ. Помимо этого, была более чем в 5 раз сокращена потребность в покупной строительной извести за счёт её замены отработанными щелочными растворами.

3. Разработаны компактные автоматизированные реакторы [3, 4], оборудованные усовершенствованными САР. Это позволило использовать вместо покупных реагентов ОТР, совместить стадии усреднения смешения и реакции в одном объёме, уменьшить их металлоёмкость и энергоёмкость не менее чем в 3 раза при одновременном повышении качества обработки сточных вод.

4. Повышена степень задержания взвеси вертикальными отстойниками с 60% до 90% за счёт оборудования их встроенными камерами хлопьеобразования и полочными модулями [5].

5. Разработана технология утилизации комплексного осадка сточных вод гальванического и покрасочного производства в производстве керамических изделий. Экологическая безопасность изделий подтверждена Белорусским институтом санитарии и гигиены.

Технология совместного обезвреживания сточных вод гальванического и покрасочного производства позволила снизить максимальную величину ХПК = 2500 мг/л O₂ в сбрасываемых из гидрофильтров покрасочных камер в сточных водах на выходе из очистных сооружений, до 25 мг/л O₂, что на порядок ниже величины ХПК, доведенной контролирующими организациями для предприятий приборостроения г. Бреста.

После внедрения на БЭМЗ ресурсосберегающей технологии совместного обезвреживания сточных вод гальванического и покрасочного производства в рамках локальных очистных сооружений очистки сточных вод гальванического производства государственным предприятием «Брестводоканал» не было зафиксированного ни одного превышения ХПК.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Урецкий, Е.А. Ресурсосберегающие технологии в водном хозяйстве промышленных предприятий: монография. – Germany: Изд-во LAP LAMBERT Academic Publishing, 2014. – 360 с.
2. Гогина, Е.С. Ресурсосберегающие технологии промышленного водоснабжения и водоотведения: справочное пособие / Е.С. Гогина, А.Д. Гуринович, Е.А. Урецкий. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов России, 2012. – 312 с.
3. Дарманян, А.П. Исследование влияния степени смешения реагентов на скорость химической реакции в проточном реакторе / А.П. Дарманян, О.А. Тишин, Н.В. Тябин // Тез. докл. 8-й Всес. конф. По хим. реакторам (хим. реактор–8) : т. 2. – Чимкент, 1983. – С. 312–317.
4. Дарманян, А.П. К вопросу об изучении кинетики химических реакций в проточных аппаратах смешения // Журнал прикладной химии. – Т. 8. – 1985. – № 9. – С. 2046–2050.
5. Способ совместной очистки сточных вод лакокрасочных производств и производств защитных покрытий и плат: пат. 12453

- Респ. Беларусь / Е.А. Урецкий, В.В. Мороз; заявитель Брестский гос. техн. ун-т. – № а 20071107; заявл. 11.09.2007; опубл. 16.07.2009 / Гос. реестр на изобретение.
6. Устройство для проведения физико-химических процессов : пат. Респ. Беларусь / Е.А. Урецкий, В.В. Мороз; заявитель Брестский гос. техн. ун-т. – № у 20150026; заявл. 26.01.2015; опубл. 19.03.2015 / Гос. реестр полезн. моделей.
7. Вертикальный отстойник : пат. 10935 Респ. Беларусь / Е.А. Урецкий, В.В. Мороз; заявитель Брестский гос. техн. ун-т. – № у 20150026; заявл. 26.01.2015 / Гос. реестр полезн. моделей.

Материал поступил в редакцию 22.05.2018

URETSKY E.A., DARMANYAN A.P., MOROZ V.V Resource-saving reagent technology for joint wastewater treatment of paint and varnish and galvanic equipment and machinery

Is given the description of the technology of wastewater treatment of painting production is given in the framework of sewage treatment facilities of galvanic production.

УДК 628.316

Белов С. Г., Наумчик Г. О.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ТЕКСТИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ОТ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ОЗОНИРОВАНИЯ

Введение. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) являются одним из наиболее распространённых загрязнителей как бытовых, так и производственных сточных вод. Сточные воды текстильных предприятий содержат не только красители, но и текстильно-вспомогательные вещества, а также отделочные препараты. Текстильно-вспомогательные вещества (смачиватели, выравниватели, эмульгаторы, антистатика, смягчители, закрепители и т. д.) служат для улучшения качества ткани. В качестве текстильно-вспомогательных веществ используют спирты, щелочи, органические кислоты, соли органических и минеральных кислот. Однако одним из наиболее часто используемых текстильно-вспомогательных веществ являются ПАВ. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) – большая группа соединений с дифильной структурой, состоящей из гидрофобного углеводородного радикала (алифатическая цепь, включающая иногда и ароматическую группу) и одной или нескольких гидрофильных полярных групп. Такая структура позволяет данным веществам концентрироваться на границе раздела фаз, вызывая снижение поверхностного натяжения. Снижением поверхностного натяжения воды и сродством гидрофобных частей молекул разнообразных ПАВ к соответствующим нерастворимым в воде примесям и волокнообразующим полимерам обуславливаются смачивающие, эмульгирующие, моющие и другие свойства этих соединений. Гидрофобной частью ПАВ являются алкилы с числом атомов углерода в цепи от 8 до 18 и более, или жирноароматические остатки, чаще всего содержащие ядра бензола или нафталина. Различные виды ПАВ в зависимости от химического строения используются как смягчители, эмульгаторы, смачиватели, выравниватели, антистатика, закрепители и т.д. Сточные воды текстильных предприятий могут содержать ПАВ в концентрациях 200 мг/л и выше [1].

Попадание больших количеств ПАВ в водоемы может нанести серьезный ущерб водным экосистемам. Негативное влияние ПАВ на водные экосистемы связано прежде всего с созданием эмульсированных слоёв, которые экранируют поверхность органических и минеральных частиц, препятствуя доступу к ним кислорода, что приводит к созданию анаэробной обстановки. В перечне нормативов для водоемов рыбохозяйственного назначения в числе загрязняющих веществ, оказывающих вредное влияние на качество воды данного вида водоемов, определены более 110 видов ПАВ, предельно допустимая концентрация которых варьируется от 0,005 до 0,5 мг/дм³. Такая разбежка в значениях предельно допустимых концентраций связана с тем, что ПАВ, в зависимости от химического строения, могут являться биологически мягкими (легко разлагаются биологическими методами очистки), среднеразлагаемыми (разлагаются до 50% ПАВ в сооружениях биологической очистки) и биологически жесткими (разлагаются не более 10% от исходного ПАВ при биологической очистке) [1].

Важнейшими поверхностно-активными веществами, на которые приходится 70% всех текстильно-вспомогательных веществ, применяемых на текстильных предприятиях, являются натриевые соли алкилбензолсульфоновой кислоты с линейной структурой алкильного

остатка, которые имеют хорошую смачивающую способность и обладают высокой моющей способностью, являясь при этом биологически разлагаемыми веществами [2]. Поэтому в данной работе исследовалась деструкция растворимой соли алкилбензолсульфоновой кислоты. Структурная формула данной соли приведена на рисунке 1.

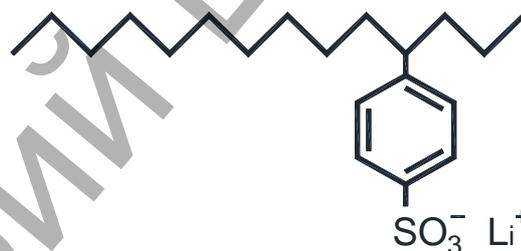


Рисунок 1 – Структурная формула литиевой соли алкилбензолсульфоновой кислоты

Как видно из структурной формулы алкилбензолсульфоната лития, представленной на рисунке 1, данная соль состоит из линейного алкильного остатка, имеющего от 10 до 14 атомов углерода, и сульфированного бензольного остатка, прикрепленного к любому из атомов линейной алкильной цепи.

Известны следующие методы удаления ПАВ из сточных вод: флотация, коагуляция, сорбция, гиперfiltrация и деструкция. Первые четыре метода из вышеперечисленных сопряжены со сложным аппаратным оформлением, обременены образованием осадка, пенного продукта или необходимостью регенерации сорбирующего материала, поэтому наиболее предпочтительным с точки зрения технологичности проведения процесса в производственных условиях являются деструктивные методы удаления ПАВ.

К деструктивным методам удаления ПАВ можно отнести электроокисление, использование сильных окислителей, обработку коротковолновым ультрафиолетовым излучением, методы биологического окисления.

Как известно из [3, 4, 5], озон высокоэффективен при деструкции ароматических соединений. Можно предположить, что наличие ароматического кольца в молекуле алкилбензолсульфоната лития будет способствовать эффективной деструкции данной молекулы с помощью озона.

Методическая часть. Деструкцию исследуемого поверхностно-активного вещества под воздействием озона осуществляли методом точного дозирования высоких удельных доз озона, полное описание которого приведено в работе [6]. Концентрация озона в озонированной дистиллированной воде определялась с помощью прибора МЕ-ДОЗОН 245/8 (Ж-30), температура озонированной воды определялась ртутным термометром.