

и очистке сточных вод, который отражает современный уровень развития техники и технологии в этой области. Все учебно-методические разработки, выполненные в рамках проекта, будут в полном объеме использованы в учебном процессе на первой и второй ступенях высшего образования по специальностям БГТУ, связанным с водоподготовкой и очисткой сточных вод. Студенты БГТУ в рамках проекта «Водная гармония» имеют возможность пройти стажировку в Норвежском университете естественных наук.

Большое внимание при подготовке магистров по специальности «Водоподготовка, водоочистка и очистка производственных сточных вод» будет уделено вопросам выбора технологических параметров обработки воды, экспериментального апробирования оборудования и технологий очистки в лабораторных промышленных условиях, разработке нормативно-технической документации.

Подготовка высококвалифицированных специалистов по водоподготовке и очистка производственных сточных вод будет способствовать решению актуальных для республики проблем, связанных с рациональным использованием водных ресурсов, охраной водных объектов от загрязнения.

УДК 628.3:674.05

А. В. Дубина, асп., В. Н. Марцуль, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, г. Минск)

## **ОЧИСТКА ФОРМАЛЬДЕГИДСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

Деревообрабатывающая промышленность является одним из основных изготовителей и потребителей синтетических смол. Среди них наиболее широко используются карбамидоформальдегидные, фенолформальдегидные и меламиноформальдегидные смолы.

В процессе использования смол и клеевых композиций в производстве древесных композиционных материалов широкого спектра применения образуются сточные воды.

Сточные воды образуются в основном в процессах промывки технологического оборудования цехов, емкостей для хранения, трубопроводов. Образование сточных вод, согласно нормативам, составляет 26 м<sup>3</sup> на 1000 м<sup>3</sup> продукции. Основную опасность представляет входящие в состав промывных сточных вод формальдегид, фенол, метанол, а также остатки смол, которые практически не подвергаются очистке и сбрасываются в накопители жидких отходов, канализацию.

Наибольшее распространение для обезвреживания сточных вод, содержащих органические соединения, в настоящее время находят способы окислительной деструкции (парофазное и жидкофазное

окисление, электрохимическое окисление, гидролиз, биохимическое окисление, фотохимическое окисление) физико-химические способы (сорбция, ионная флотация, коагуляция, реагентная обработка) очистки [1-5].

Целью работы является исследование способов очистки сточных вод деревообрабатывающих предприятий для существенного снижения концентрации загрязняющих веществ.

Объектом исследования были сточные воды, отобранные из накопителя жидких отходов ОАО «Мостовдрев» (г. Мосты). Их состав характеризуется ХПК  $42000 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , концентрация формальдегида составляет  $5 \text{ г}/\text{дм}^3$ , свободного фенола  $360 \text{ мг}/\text{дм}^3$ , метанола  $5,4 \text{ г}/\text{дм}^3$ .

Для снижения концентрации загрязняющих веществ и обезвреживания сточных вод использовали адсорбционные, окислительные и конденсационные методы, которые не требуют значительных энергетических и материальных затрат.

При исследованиях в качестве сорбентов использовали активный уголь марки АГ-3, древесную золу на ОАО «Мостовдрев» (фракция более 2мм), отработанные иониты.

При обработке жидких отходов адсорбентом АГ-3 максимальная степень очистки (38% по ХПК) достигается при дозе адсорбента  $40 \text{ г}/\text{дм}^3$ . Обработка проб воды отработанным анионитом АН-31 позволяет уменьшить показатель ХПК жидких отходов на 12%. Содержание формальдегида при этом уменьшается на 20%, что соответствует сорбционной емкости  $0,1 \text{ г}/\text{г}$  сорбента.

В исследованиях по окислительному обезвреживанию сточных вод в качестве окислителей использовали кислород воздуха и пероксид водорода. Исследования проводили при температуре жидких отходов  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Окисление кислородом воздуха проводили путем аэрации проб жидких отходов при расходе воздуха  $2 \text{ дм}^3/\text{дм}^3$  жидких отходов в минуту в течении 1 ч. Для исследования влияния рН среды на окисление органических веществ, пробы подкисляли серной кислотой и подщелачивали суспензией гидроксида кальция.

Использование аэрации обеспечивает снижение показателя ХПК на 5% в кислой и на 6% в щелочной среде. Уменьшение содержания загрязняющих веществ может быть вызвано как их окислением, так и удалением из объема отходов с потоком воздуха.

Окисление пероксидом водорода проводили путем его дозирования в сточные воды, перемешивания и выдержки течение 1 суток при температуре  $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ . Расход пероксида водорода составлял  $3-13,8 \text{ г}/\text{дм}^3$ . Показатель ХПК сточных вод после такой обработки (расход пероксида водорода  $13 \text{ г}/\text{дм}^3$ ) уменьшился до  $39000 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ , что свидетельствует о низкой эффективности такой обработки.

Обработка композицией из пероксида водорода и соли железа (реагент Фентона) позволяет значительно снизить содержание загрязняющих веществ в сточных водах. Максимальный эффект обезвреживания (41%) достигается при высоких расходах пероксида водорода. Достижимый эффект несколько выше, чем при обработке только пероксидом водорода при сравнимых концентрациях окислителя.

Одним из известных способов обезвреживания формальдегидсодержащих сточных вод является альдольная конденсация формальдегида при повышенной температуре в щелочной среде.

Установлено, что обработка оксидом кальция до pH не ниже 9,0 при условии повышения температуры жидких отходов до 80°C и выше способствует значительному снижению содержания формальдегида (на 95%) и ХПК (на 65%) сточных вод.

Фенол из концентрированных сточных вод можно выделить в виде продуктов конденсации (фенолформальдегидных смол). Процесс конденсации фенола или его производных с формальдегидом проводят при избыточном количестве формальдегида в присутствии кислот. Для инициирования реакции конденсации жидкие отходы подкисляли до значения pH, равного 2, перемешивали и выдерживали определенное время. Значение ХПК сточных вод после выдержки в течение 14 суток снижается на 69%.

Для уменьшения концентрации формальдегида в сточных водах в них добавляли карбамид в кислой среде и выдерживали определенное время. После 4 недель значение ХПК снизилось до 5500 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, концентрация свободного фенола снизилась с 360 мг/дм<sup>3</sup> до 115 мг/дм<sup>3</sup>, концентрация формальдегида снизилась с 5 г/дм<sup>3</sup> до 0,75 г/дм<sup>3</sup>, метанола с 5,4 г/дм<sup>3</sup> до 0,06 г/дм<sup>3</sup>.

Сравнив результаты обезвреживания сточных вод различными способами можно сделать вывод, что наилучший эффект достигается при использовании предварительного подкисления с последующей обработкой карбамидом. При этом может быть достигнуто снижение показателя ХПК на 87%. Снижение ХПК сточных вод до 5000-6000 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> позволяет проводить глубокую очистку сточных вод при значительно меньших расходах адсорбентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Пашаян, А.А. Очистка формальдегидсодержащих сточных вод./ А.А. Пашаян // Безопасность жизнедеятельности. – 1997. – №10. – С.14–18.

2 Ильченко, Н.И. Глубокое каталитическое окисление органических веществ./ Н.И. Ильченко // Экотехнологии и ресурсосбережение. – Минск.: 2000. – № 6. – С.34–38.

3 Сахарнов, А.В. Очистка сточных вод и газовых выбросов в лакокрасочной промышленности / А.В. Сахарнов. – М.: Химия. – 1971. – 144 с.

4 Гамазин, В. П. Комплексная очистка промышленных стоков деревообрабатывающих предприятий от формальдегида и карбамидоформальдегидных смол: автореф. дис. ... канд. тех. наук: 03.00.16/ В. П. Гамазин. – Брянск. – 2005. – 137 с.

УДК 628.3

А. В. Дернович, начальник технологического отдела  
(ЗАО «ДиАрКласс», г. Минск)

### **ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ФЕНОЛ**

Проблема полной очистки производственных стоков от растворенных в воде фенолов, является одной из важных и одновременно трудно решаемых задач. Причин этому несколько: многообразие систем по химическому составу и условиям образования требует проведения индивидуальных исследований для каждого конкретного случая, что не всегда возможно; технология полной очистки воды, как правило, диктует соблюдение особых условий, которые трудно выполнимы на практике; многие эффективные способы глубокой очистки сопряжены с большими затратами, использованием дефицитных реагентов.

Поэтому поиск новых эффективных способов очистки промышленных сточных вод является по-прежнему актуальным.

#### **Физические свойства фенолов**

Фенол (бензенол) – кристаллическое вещество, с температурой плавления  $43^{\circ}\text{C}$ , температурой кипения  $181^{\circ}\text{C}$ , растворяется в воде (при  $15^{\circ}\text{C}$  – около 8%). С водой дает гидрат (температура плавления  $16^{\circ}\text{C}$ ), называемый обычно карболовой кислотой, обладает характерным запахом. Фенол – один из первых примененных в медицине антисептиков. Фенол вызывает ожоги на коже. Концентрация растворенного в воде фенола  $67000\text{ мг/л}$  (при  $T = 16^{\circ}\text{C}$ ) и не ограничено (при  $T = 66^{\circ}\text{C}$ ).

Методы глубокой очистки стоков от фенолов условно можно разделить на две группы: регенеративные и деструктивные.