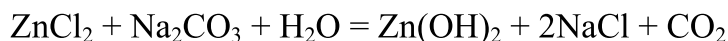
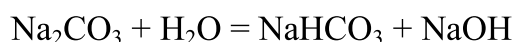


го гидролиза между хлоридом цинка и карбонатом натрия получали гидроксид цинка:

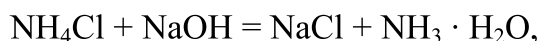


На второй стадии проводили термическое разложение гидроксида цинка и получили оксид цинка.

Следует учитывать, что в водном растворе карбонат натрия гидролизует, создавая щелочную среду:



Гидроксид цинка проявляет амфотерные свойства, легко растворяется в щелочной среде, образуя комплекс $[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$, ($K_{\text{нест.}} = 2,0 \cdot 10^{-18}$). Высокое содержание хлорида аммония в отработанных растворах при добавлении соды приводит к протеканию реакций:



Выделившийся в результате реакций аммиак может связывать ионы цинка в смешанные гидроксо-аммиачные комплексы или однородный прочный аммиачный комплекс $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ ($K_{\text{нест.}} = 3,2 \cdot 10^{-10}$).

УДК 579.66,

Е.М. Глушень, зав. лабораторией, канд. биол. наук;

Степанян Р.А., мл. научн. сотр.;

(Институт микробиологии НАН Беларуси, Г.Минск)

И.М. Грошев, начальник ЦЗЛ, канд. техн. наук

(ОАО «Витебскдрев», г.Витебск)

Ю. П. Шаповалов, директор

(ООО «Газочистка инжиниринг», г. Минск)

БИООЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЕНТВЫБРОСОВ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Деревообрабатывающие предприятия являются мощными антропогенными источниками загрязнения воздушного бассейна. Технологические процессы деревообработки связаны с выбросами в атмосферу токсичных соединений, в том числе фенола и формальдегида.

На предприятиях данного профиля приходится решать сложную техническую задачу по предотвращению выбросов в атмосферу загряз-

ненного вредными органическими веществами вентиляционного воздуха, поскольку превышение предельно-допустимых концентраций ксенобиотиков в воздушной среде отрицательно сказывается на здоровье как жителей близлежащих микрорайонов, так и работников самого предприятия.

Для предотвращения выбросов разработаны многочисленные методы очистки воздушных потоков от летучих органических соединений. Использование физико-химических методов очистки позволяет эффективно очищать производственный воздух, но они связаны со значительными тратами на расходные материалы. Кроме того, в ряде случаев при их использовании возникает необходимость утилизации вторичных загрязнений. Этим недостатком лишены биологические методы очистки, основанные на использовании микроорганизмов-деструкторов конкретных ксенобиотиков.

Наиболее эффективным и безопасным для окружающей среды признана технология биоочистки производственного воздуха, которая сочетает в себе преимущества самого широко используемого приема – абсорбционной очистки вентвоздуха и микробной деструкции загрязняющих веществ. Абсорбционно-биохимическая очистка, с экономической и экологической точки зрения, является наиболее эффективным способом удаления токсиканта из воздушных потоков. Загрязнители воздуха улавливаются и фиксируются в растворе (абсорбенте), а затем минерализуются до углекислого газа и воды. Утилизацию загрязняющих веществ в биореакторе ведут специализированные микроорганизмы-деструкторы.

Многолетний опыт применения на предприятиях России и Беларуси различных методов очистки промышленного вентиляционного воздуха от органических соединений показал, что положительный результат, как правило, достигается только при применении абсорбционно-биохимических установок (АБХУ).

Институтом микробиологии НАН Беларуси совместно с УП «Промышленные экологические системы» разработана биотехнология предотвращения выбросов в атмосферу различных органических загрязнителей, основанная на функционировании АБХУ и предназначена для очистки вентиляционного воздуха от вредных органических и сопутствующих веществ 2-, 3- и 4-го классов опасности. К таким веществам, которые находятся в газообразном состоянии, относятся: фенол, формальдегид, фурфурол, метанол, аммиак, акролеин, цианиды, бензапирен, три-

этиламин, диметиламин, ксилол, толуол, бутилацетат, ацетон, ряд углеводородов и т.д. Основная сфера использования этих установок – литейное, металлургическое, окрасочное, деревообрабатывающее и химическое производство. Экономически использование АБХУ на предприятиях весьма выгодно, так как минимальное количество необходимых расходных материалов существенно снижает затраты на их эксплуатацию. Степень улавливания большой гаммы вредных газов из вентиляционного воздуха составляет 70,0–99,9 % в зависимости от входных концентраций и физико-химических свойств вещества. Установки не образуют вторичных загрязнений, то есть в значительно большей степени соответствуют экологическим требованиям современного мира.

В настоящее время в эксплуатации находятся более 50 установок, разработанных и произведенных УП «Промышленные экологические системы», функционирующих на 42 предприятиях различной отраслевой направленности в странах СНГ, в т.ч. на таких гигантах, как ОАО «МАЗ», «Автозавод ГАЗ», ОАО «КАМАЗ-металлургия», ОАО «АЗ «УРАЛ», ОАО «Мариупольский завод тяжелого машиностроения», АО «Автодизель», а также «НПК «Уралвагонзавод», ОАО «Белорусский металлургический завод», ПТК «Гроднохимволокно», ОАО «Гродно Азот», ООО «Лебедянский машиностроительный завод», ООО «Оскольский завод нефтяного машиностроения», ЗАО «Термотрон-завод», ОАО «АЛНАС» и т.д.

С 2010 года АБХУ для решения экологических проблем начали применять на предприятиях деревообработки.

Специалистами Института микробиологии НАН Беларуси выделены высокоактивные штаммы микроорганизмы-деструкторы, способные к использованию фенола, формальдегида и сопутствующих органических веществ в качестве единственного источника углерода и энергии.

Для регенерации абсорбционного раствора микроорганизмы-деструкторы иммобилизуются в биореакторе на носителе, укрепленном на конструктивных элементах. Иммобилизация микроорганизмов на носителе является эффективным приемом, позволяющим не только удерживать в очистном сооружении значительную часть биомассы микроорганизмов-деструкторов, но и интенсифицировать процесс очистки абсорбционного раствора при высоких нагрузках по субстрату, осуществлять глубокую очистку в условиях низких концентраций веществ.

Необходимым условием соблюдения принципа безопасности технологий с использованием микроорганизмов является получение и при-

менение для очистки водных растворов нетоксичных и непатогенных бактерий-деструкторов, а также полная биодеструкция органических компонентов, содержащихся в абсорбенте.

Все микроорганизмы-деструкторы, используемые в качестве биологической загрузки в абсорбционно-биохимической установке для очистки вентвоздуха, выделены из природных источников (естественных экологических систем), т.е. не созданы искусственным путем и не содержат искусственных модификаций геномов. Микроорганизмы-деструкторы прошли токсикологическую экспертизу Министерства здравоохранения Республики Беларусь и получили положительные заключения.

Примерами эффективности биотехнологического метода очистки вентвоздуха от вредных органических соединений деревообрабатывающих предприятий является работа абсорбционно-биохимических установок, функционирующих на ОАО «Витебскдрев», ОАО «Мостовдрев», ОАО «Борисовдрев» и ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат». Исследования абсорбционных растворов действующих биореакторов показали высокую скорость микробной деструкции токсиканта, что подтверждается достаточной концентрацией биомассы микроорганизмов-деструкторов в абсорбентах, высокой скоростью убыли формальдегида в исследуемых образцах, а также низким показателем ХПК. Эффективность очистки абсорбционных растворов с использованием микроорганизмов-деструкторов на данных предприятиях составила 82-90% (Таблица 1.)

Таблица 1 - Степень очистки водных абсорбентов, рециркулирующих в АБХУ деревообрабатывающих предприятий

Предприятие, год внедрения	Исходная концентрация формальдегида, мг/м ³	Степень очистки, %
ОАО «Мостовдрев», 2010	2-4	85-90
ЗАО «Череповецкий фанерно-мебельный комбинат», 2012	40	90
ОАО «Борисовдрев», 2012	3-5	84-89
ОАО «Витебскдрев», 2015	4	82

В настоящее время деревообрабатывающая промышленность Беларуси динамично развивается. В республике работает более 40 крупных организаций, на которых сосредоточены наибольшие объемы переработки древесины в республике. Ежегодно на этих заводах и фабриках пере-

рабатывается почти 4 млн. кубических метров древесины. По прогнозам к 2020 году объемы потребляемой древесины превысят 8 млн. кубических метров. В связи с большим вкладом деревообрабатывающей промышленности вопросы очистки промышленного воздуха от токсикантов остаются по-прежнему актуальными. Опыт применения абсорбционно-биохимических установок на предприятиях данного профиля показывает эффективность и перспективность биотехнологических методов очистки загрязненного вентвоздуха.

УДК 621.35.:504

А.А. Черник, доц.; Е.О. Черник, зав. сектором ИВОНД;
И.М. Жарский, проф. (БГТУ, г. Минск)

С.С. Кругликов, проф. (РХТУ им. Д.И. Менделеева, г. Москва)

ПРИМЕНЕНИЕ ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ НИКЕЛЯ ИЗ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ

Развитие современных технологий обработки поверхности и нанесения гальванических покрытий не всегда соответствует развитию технологий утилизации и регенерации рабочих растворов. В настоящее время основным способом утилизации отработанных электролитов является реагентный метод, который требует значительных затрат на расходные материалы, воду, приводит к образованию большого количества гальванических шламов. С другой стороны, отработанные электролиты можно перерабатывать для извлечения металлов. Наиболее эффективным методом восстановления цветных и тяжелых металлов из отработанных растворов как по реализации в гальваническом производстве, так и в аппаратном исполнении является селективный электролиз [1]. Переработка отработанных электролитов промышленных предприятий электрохимическим методом позволит снизить нагрузку на очистные сооружения, вернуть в производство ценные продукты (извлеченные в виде компактного осадка металлы могут быть использованы повторно, например, в качестве материала анодов), в некоторой степени решив проблемы ресурсосбережения и импортозамещения.

В РХТУ им. Д.И. Менделеева на кафедре технологии электрохимических производств был разработан принцип модульных электролизеров