

УДК 66.081-032.34:502

**СОРБЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ТОРФА –
КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ
ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

И.И. Ливштван

академик НАН Беларуси, д.т.н, профессор

А.Р. Цыганов

*первый проректор Белорусского государственного технологического
университета, академик НАН Беларуси, д.с.-х.н.*

И.В. Войтов

*ректор Белорусского государственного
технологического университета, д.т.н., профессор*

А.Э. Томсон

*заведующий лабораторией экотехнологий. Институт природопользо-
вания НАН Беларуси, к.х.н.*

Проблема защиты окружающей среды приобретает в последнее время глобальный характер, а разработка методов ее защиты становится предметом усилий все большего числа исследователей. В этих целях используются различные технологические приемы, основанные на сорбции, ионном обмене, экстракции, электродиализе и др.

Широкое распространение в практике очистки жидких сред, газовых выбросов и почвы от загрязняющих их веществ получили сорбционные технологии, позволяющие вести очистку весьма эффективно и избирательно. В качестве сорбционных материалов используются активные угли, синтетические смолы, глинистые минералы и т.д. Тем не менее, в настоящее время остро стоят вопросы расширения ассортимента сорбентов, упрощения и удешевления технологии их производства. В связи с этим большое внимание уделяется изучению и использованию таких широко распространенных и дешевых природных сорбентов как торф, бурый уголь, древесина, отходы сельскохозяйственного производства и продукты их переработки.

Проведенные нами многолетние исследования и мировой опыт показывают, что торф может быть весьма эффективно использован при очистке сточных вод от ионов тяжелых металлов, радиоактивных

отходов, взвешенных и поверхностно-активных веществ, красителей, нефтепродуктов, жиров, при очистке газовых выбросов ряда промышленных предприятий, ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на воде и почве.

Учитывая, что торф представляет собой сложный конгломерат, в строении и составе которого реализован многовариантный набор механических и коллоидных структур различного рода, химических, надмолекулярных и иных взаимодействий между органическими, органоминеральными и минеральными составляющими, представляется возможным рассматривать его с точки зрения проявления сорбционных свойств как полифункциональную систему, обладающую свойствами пористого тела, полиамфолита, капиллярной системы и хемосорбента.

Благодаря наличию широкого спектра функциональных групп, торф способен участвовать в различного рода хемосорбционных взаимодействиях и, в частности, в реакциях ионного обмена. Роль ионообменных центров в торфе выполняют в основном карбоксильные ($-\text{COOH}$) и гидроксильные ($-\text{OH}$) группы, подвижный протон которых в зависимости от рН среды способен замещаться другими катионами.

Широкому внедрению торфа как сорбционного материала препятствуют такие факторы, как плохая проницаемость торфа потоку фильтруемой жидкости, вынос волокон в процессе фильтрации, выщелачивание в слабокислых и щелочных средах, высокая набухаемость торфа в воде. С целью использования торфяных фильтрующих загрузок в процессах очистки жидких и газообразных сред разработаны специальные способы гранулирования, позволяющие увеличить его насыпную плотность, а также повысить пористость (порозность) фильтрующего слоя, что способствует улучшению его гидравлических и сорбционных характеристик.

На основании термодинамических и кинетических исследований с использованием методов математического моделирования были подобраны оптимальные условия для наиболее эффективного применения гранулированного торфа как катионитового фильтра в процессах доочистки сточных вод гальванического производства от ионов тяжелых металлов. В ходе проведенных испытаний достигнута рабочая емкость гранулированного торфа 220 мг-экв/м^3 , степень извлечения ионов цветных металлов составила 92–99 %, катионов жесткости – 50–80 %, длительность фильтроцикла – 20–26 часов. Установлено, что гранулированный торф может многократно использоваться в динамическом режиме за счет регенерации сорбента, как и синтетических ионообменных материалов.

Весьма серьезной экологической проблемой является задача обезвреживания промышленных газовых выбросов от токсичных и дурнопахнущих веществ, как в силу их большого объема, так и вследствие значительных технических трудностей их очистки. Как показывает практика, одним из достаточно эффективных и недорогих способов дезодорации воздуха является использование сорбционных технологий с применением дешевых поглощающих материалов природного происхождения (кора деревьев, торф, земля, картон и др.), обладающих в силу своего происхождения определенной биодеструктивной активностью.

Нами разработаны и прошли производственные испытания высокоэффективные композиционные препараты на основе гранулированного торфа, предназначенные для использования в качестве компонента глубокой подстилки для птицефабрик. Предлагаемые материалы и технологии способны выводить токсичные газовые компоненты из атмосферного воздуха птичников, связывая их в устойчивые химические комплексы. Добавка в подстилку примерно 5 т гранулированного торфяного сорбента способна связать весь образующийся аммиак за технологический период откорма 25 000 цыплят-бройлеров, т.е. поглотить около 500 кг аммиака за 45 дней. Ни один подстилочный материал, применяемый в настоящее время, не способен поглощать и связывать дурно пахнущие газы, образуя нейтральные соединения. Благодаря особенностям структуры, разработанные торфяные сорбенты позволяют оптимально регулировать влажностный режим в помещениях птичников за счет высокой водопоглощающей способности торфа (до 600–700 % в зависимости от вида исходного сырья). Благодаря наличию в составе органического вещества гранулированного торфа определенных групп веществ фенольного характера, торф проявляет биоцидные свойства. Специальными исследованиями показано, что торф обладает высокой сорбционной емкостью по отношению к основным патогенным микроорганизмам птицы: сальмонеллы (*Salmonella enteritidis*), золотистому стафилококку (*Staphylococcus aureus*) и кишечной палочке (*Escherichia coli*) – от 70 до 99 %. Проведенные производственные испытания показали, что нормализация микроклимата в птичнике способствует повышению сохранности поголовья, снижению заболеваемости животных, увеличению их продуктивности, что приводит к росту среднесуточных привесов на 2,2 %, сохранности поголовья на 0,4 %, снижению затрат кормов на 1 кг прироста живой массы на 1,2 %, получению чистой прибыли в среднем 3500 долл. США в расчете на 25 000 голов.

Одним из направлений использования фрезерного торфа в качестве сорбентов является ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на воде и почве, удаление углеводородных загрязне-

ний с промплощадок, технологического оборудования и т.п. Исследование водо- и нефтепоглощения различных природных материалов показало, что наибольшей поглощающей способностью обладают мхи (сфагнум-фускум и сфагнум-ангустифолиум), для которых величина нефтепоглощения колеблется от 10,7 до 18,0 кг/кг, а значение водопоглощения составляет 2200–2400 %. Такие высокие значения водо- и нефтепоглощения для мхов и малоразложившихся торфов моховой группы обусловлены их развитой пористой структурой, благодаря содержанию в них большого количества не распавшихся растительных клеток. Проведенные исследования позволили установить, что величина нефтепоглощения для этих видов торфа изменяется от 8,9 до 13,8 кг/кг. При переходе к торфам со средней (25–35 %) и высокой (40–60 %) степенью разложения, которым присуща мелкозернистая структура, этот показатель уменьшается до 4,5 и 1,2 кг/кг соответственно.

Одним из приоритетных направлений в области глубокой переработки торфа является получение активированных углей (АУ). В настоящее время в Республике Беларусь АУ не производятся.

Основное преимущество АУ на основе торфа — высокие значения объемов и удельной поверхности крупных сорбирующих пор (супермикропор и мезопор) размером 1–3 нм.

Используя имеющийся значительный научный потенциал в области получения активированных углей на основе торфа в 2018 г. впервые получена опытно-промышленная партия торфяных активированных углей на опытно-промышленной установке АО «ЭНПО «Неорганика» (г. Электросталь», Россия). Оценка параметров пористой структуры полученных углей показала, что по своим характеристикам они близки активированному углю на основе древесного угля марки БАУ, и может применяться для адсорбции примесей из жидких сред, в том числе очистки питьевой воды, оборотных и сточных вод, очистки парового конденсата на ТЭЦ от масел и других примесей. При примерно равных значениях объема микропор 0,285 и 0,265 см³/г, образцы торфяных активированных углей имеют гораздо более развитую систему транспортных пор – мезопор. Для торфяных углей объем мезопор составил 0,180 см³/г, а для образцов древесного угля – 0,079 см³/г или 38,7 % и 23,0 % от общего объема сорбционного пространства соответственно.

Учитывая универсальные свойства сорбционных материалов на основе торфа, в рамках реализации комплексного подхода по созданию современного производства по глубокой переработке торфа, нами в настоящее время в республике начинается реализация трех первых крупных проектов по производству торфяных сорбентов: активированных углей, нефтесорбентов, а также сорбентов-антисептиков для птицефабрик.