

поступления опасных химических веществ в окружающую среду и минимизации их негативного воздействия необходимо раздельное хранение отходов, содержащих или потенциально содержащих к-декаБДЭ, с целью предотвращения смешивания и разбавления с другими отходами. Отходы, содержащие или потенциально содержащие к-декаБДЭ, подлежат экологически безопасной утилизации.

С учетом опыта зарубежных стран представляется целесообразным введение запрета на экспорт/импорт и использование ПБДЭ (коммерческих продуктов). Кроме того, необходимо ввести запрет на вторичную переработку полимерных изделий, содержащих ПБДЭ, и/или на ограничение использования пластика, содержащего или потенциально содержащего ПБДЭ, например, для производства детских игрушек, упаковки для продуктов питания, хранения воды и др.

Список использованных источников

1. OECD, Organisation for Economic Co-operation and Development (2014): Risk management of installations and chemicals. Brominated Flame Retardants. [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.oecd.org/env/ehs/risk-management/brominatedflameretardants.htm>. – Date of access: 05.02.2017. Bromine Science and Environmental Forum, BSEF (2013). About decabromodiphenyl ether (decaBDE), <http://www.bsef.com/our-substances/deca-bde/about-deca-bde>.
2. Оценка регулирования рисков, связанных с декабромдифениловым эфиром (коммерческая смесь, к-декаБДЭ). Доклад Комитета по рассмотрению стойких органических загрязнителей о работе его одиннадцатого совещания. Добавление 2015. UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1// [Electronic resource]. – Mode of access: <http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/ReportsandDecisions/tabid/3309/Default.aspx>. – Date of access: 07.02.2017.
3. Report of the Conference of the Parties to the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants on the work of its eighth meeting. UNEP/POPS/COP.8/32. Geneva, 2017.

УДК 54.056

Н.Г. Цыганкова, Т.А. Савицкая, Н.А. Мелеховец, С.Н. Бакун, Д.Д. Гриншпан
НИИ ФХП БГУ, г. Минск, ОАО «Бобруйский завод биотехнологий», г. Бобруйск

НОВЫЕ ВИДЫ СОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Гидролизный лигнин является крупнотоннажным отходом гидролизной промышленности и его запасы в отвалах при гидролизных заводах в Беларуси в городах Речица и Бобруйск по разным оценкам составляют от 4 до 6 млн. тонн. Лигнинсодержащие отходы занимают большие территории, труднодоступны для микробного разложения в природных условиях, загрязняют почву, водоемы, воздух, что создает серьезную экологическую проблему. Поэтому разработка способа утилизации гидролизного лигнина как доступного и дешевого сырья, отличного от сжигания в котельных установках, с получением новых материалов, имеющих народнохозяйственное значение, задача актуальная.

Лигнин является капиллярно-пористым природным полимером и благодаря ароматическому строению и элементному составу, характеризующемуся повышенным содержанием углерода (55-65%), может быть использован в качестве исходного сырья для получения новых видов сорбентов, в том числе и сорбентов для защиты окружающей среды.

В НИИ физико-химических проблем БГУ из гидролизного лигнина по специально разработанным технологиям получены легко утилизируемый сорбент для нефти и нефтепродуктов «Лигносорб» и «Уголь активированный лигниновый».

1. «Лигносорб» – новый эффективный природный сорбент для нефти и нефтепродуктов

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов неизбежны, так как этот вид сырья и топлива в огромных количествах ввозится различными видами транспорта для внутренних

нужд нашей страны. Нефтяное загрязнение отличается от других антропогенных воздействий тем, что оно создает «залповую» нагрузку на среду, выводя ее из устойчивого состояния. Это требует безотлагательных и быстрых мер по ликвидации нефтяных разливов на воде и суше. Однако загрязнение окружающей среды нефтепродуктами происходит не только в результате аварийных разливов нефти и нефтепродуктов, а, в основном, в безаварийных ситуациях. Основными источниками нефтезагрязнений являются остатки моторных, дизельных, авиационных, промышленных, трансмиссионных, компрессионных масел, потерявших свои потребительские свойства; нефтеотходы после мойки подвижных железнодорожных составов и оборудования; кислый гудрон, шламы нефтеловушек, нефтеотделительных установок, шлам очистки трубопроводов и емкостей (бочек, контейнеров, цистерн, гудронаторов) от нефти.

Одним из наиболее перспективных решений проблемы удаления разлившихся нефти и продуктов ее переработки является использование сорбционных технологий, основанных на применении специальных материалов – сорбентов. В настоящее время в мире производится более 200 сорбентов, которые по принципу их действия можно условно разделить на две группы. Сорбенты первой группы быстро тонут с поглощенной нефтью, только на некоторое время скрывая загрязнение, так как сорбированная нефть снова всплывает (хотя уже и в меньших объемах). Ко второй группе относятся высокочемкие сорбенты, главным образом, синтетические, обладающие сверхвысокой плавучестью в нефтенасыщенном состоянии. Производятся синтетические сорбенты в виде гранул, пластин, рулонных материалов из вспененного полиэтилена, полиуретана, фенолформальдегидных смол и других полимеров. Они отличаются друг от друга сорбционной емкостью, гидрофобностью, способностью удерживать нефтепродукт, а объединяет их, к сожалению, только один существенный недостаток – трудность утилизации. Полученный нами нефтесорбент «Лигносорб» – это гидрофобизованный лигнин, который представляет порошок темно-коричневого цвета с насыпной плотностью не более 350 кг/м³. Диаметр частиц сорбента находится в диапазоне 0,25–0,8 мм. Нефтепоглощительная способность «Лигносорба» составляет от 100 до 500 % в зависимости от вида нефтепродукта. Содержание воды в сорбенте до 30 % не влияет на нефтеемкость образца.

Результаты сравнительных испытаний «Лигносорба» и других видов нефтесорбентов белорусского и российского производства «Ливсор-С», «Пенопурм», «Лессорб» и «Экоторф» в конкретном эксперименте по сбору разлитой нефти с поверхности воды приведены в таблице.

Таблица – Характеристики сорбентов, используемых для очистки воды от наслоенных нефтепродуктов

Сорбент	Насыпная плотность кг/м ³	Плавучесть в нефтенасыщенном состоянии	Сорбция,* г/г	Масса сорбента для сорбции 1 т сырой нефти, кг	Цена сорбента, \$/кг	Стоимость сорбента, необходимого для сорбции 1 т сырой нефти, \$	Объем сорбента для сорбции 1 т сырой нефти, м ³
«Ливсор-С» (ЗАО «Ливсор» Россия-Беларусь)	~10	++++	~35	30	>20	~600	~3,0
«Пенопурм» (Беларусь)	12	++++	~20	50	~30	~1500	~4,2
«Лессорб» (мох) (Россия)	~70	++	~10	100	~4	~400	~1,4
«Экоторф» (Беларусь)	~70	+	3-5	200	~2	~400	~2,8
«Лигносорб» (Беларусь)	~250	+++	3-5	200	~1	~200	~0,8

*Продолжительность сорбции 20 минут

«Ливсор-С» представляет собой пухообразный порошок темно-серого цвета, полученный в результате термического расщепления специально обработанного графита. Основным недостатком этого сорбента состоит в том, что рассыпка его по поверхности практически

невозможна из-за ветра (практически это пыль); поэтому он используется главным образом в бонах или матах.

«Пенопурм» – синтетический сорбент на основе вспененного полиуретана; выпускается в виде крошки и пластин.

Основные недостатки:

– не утилизируется, так как нельзя сжигать и нельзя захоранивать с сорбированной нефтью (при сжигании выделяет пары синильной кислоты);

– использовать сорбент многократно весьма затруднительно т. к. для этого дополнительно необходима в каждом районе аварии установка для отжима и специальный склад для хранения пожароопасного материала, содержащего остатки нефти;

– это тоже сверх легкий материал, занимает большой объем в транспортном средстве и поэтому не может быть использован в качестве аварийного материала в передвижных нефтезаправщиках;

– как и «Ливсор-С» имеет очень высокую цену (не менее 25 \$ за 1 кг сорбента), что обуславливает высокую стоимость сорбента, необходимого для сбора 1 т нефти;

– в реальных условиях практически невозможно использовать его высокую сорбционную способность, так как нефть разливается тонким слоем (1–2 мм), а пятна при разливе имеют геометрически неправильную форму; при этом из-за ветра и волн нельзя полностью покрыть этим материалом аварийное пятно.

В отличие от других природных сорбентов, например, на основе мха или торфа «Лигносорб» не требует дополнительных затрат на добычу, а поэтому очень дешев; не обладает парусностью при нанесении на нефтяное пятно, не тонет вместе с нефтью, а превращает нефть и нефтепродукты в течение нескольких десятков секунд в твердый плавающий более пяти суток композит, который механически может быть собран с поверхности воды и утилизирован в печах для твердого топлива любой мощности. Топливный композит, можно переработать в твердую гранулированную массу, а также в топливные пеллеты и брикеты, поскольку лигнин в нефтенасыщенном состоянии прочно удерживает нефтепродукт, что позволяет осуществить его прессование. По теплоте сгорания такое топливо не только не уступает, но и превосходит известные виды твердых топлив – бурый уголь, каменный уголь, антрацит.

Полученные результаты позволили предложить лигниновый сорбент «Лигносорб» не только для сбора нефтепродуктов с поверхности воды и твердых поверхностей различной природы (пластмассовых, металлических), но и для утилизации жидких нефтепродуктов, потерявших свои потребительские свойства, в новый вид твердого композитного топлива. В термическом и кузнечном цехах РУП «МТЗ» в процессе термической обработки деталей тракторов ежегодно образуются жидкие маслосодержащие отходы в количестве до 50 тонн. Поиск путей утилизации маслосодержащих отходов, отличных от вывоза их на полигон, позволил сформулировать новое решение этой проблемы, а именно: разработать технологический процесс по превращению жидких маслосодержащих отходов в твердый вид топлива с использованием гидрофобизованного лигнина «Лигносорб». Введение в состав «Лигносорба» отходов промышленных масел кузнечного и термического цехов позволило увеличить теплоту его сгорания в среднем на 10 МДж/кг, которая составила 26 МДж/кг, а низкое содержание серы в полученных образцах указывает на их экологичность и пригодность для сжигания в твердотопливных печах и котельных установках.

Анализ процесса горения топливных гранул показал, что введение нефтепродуктов в состав лигнина значительно сокращает время воспламенения, увеличивает продолжительность стадии устойчивого горения, сокращает продолжительность стадии тления; при этом эмиссия СО при горении является минимальной.

Производство нового вида топлива на основе экологически опасных отходов представляет «зеленый» путь решения проблемы защиты окружающей среды от отходов лигнина и нефте- и маслосодержащих продуктов. В настоящее время технологический процесс получения лигнинового сорбента и твердого композиционного топлива реализован в ОАО «Бобруйский завод биотехнологий». Создана опытно-промышленная установка; уже произведено и реализовано 3000 т сорбента и топлива.

2. Уголь активированный лигниновый

Активированные угли (АУ) относят к группе пористых твердых материалов, структура которых представляет собой пакет плоских параллельных углеродных сеток, напоминающих структуру идеального графита. Адсорбционные свойства АУ определяются в первую очередь пористой структурой, формирование которой обусловлено различными комбинациями кристаллитов графита и аморфного углерода [1].

В настоящее время АУ получают почти из всех видов углеродсодержащего сырья: древесины, целлюлозы, лигнина, древесного, каменного и бурого углей, торфа, нефтяного и каменноугольного пеков, синтетических полимерных материалов, жидких и газообразных углеводородов, различных органических отходов, скорлупы орехов и фруктовых косточек и т.д. В зависимости от типа исходного сырья получают АУ с различной пористостью. В частности, АУ на основе скорлупы кокосовых орехов или фруктовых косточек имеют развитую микропористость и эффективны для извлечения низкомолекулярных соединений. При использовании в качестве сырья спекающихся углей получены мезопористые структуры, на основе торфа – макропористые [2].

Многие предприятия Беларуси нуждаются в осветляющих и дезодорирующих углях, однако они до сих пор в республике не производятся. Методом химической активации гидролизного лигнина нами получен новый вид мезопористого активированного угля.

Исследована зависимость выхода активированного угля, получаемого из гидролизного лигнина, а также его адсорбционной активности по отношению к стандартному маркеру метиленовому голубому от способа предварительной обработки исходного сырья. Определены условия активационной обработки гидролизного лигнина, оптимальные температурно-временные режимы его карбонизации и способы его деминерализации в процессе получения кислых, нейтральных и щелочных активированных углей.

Получены порошкообразные активированные угли с выходом 40-50 % и высокой адсорбционной активностью по отношению к метиленовому голубому (400–600 мг/г) из отходов гидролизного производства – гидролизного лигнина, что в 1,5–2 раза превышает адсорбционную активность коммерческих промышленных образцов – осветляющих древесных порошкообразных активных углей (Россия, г. Пермь). Эти угли имеют удельную поверхность 1200–1600 м²/г.

Такие угли будут эффективны в решении многих экологических проблем: в процессах очистки воздуха и осветления растворов в различных отраслях промышленности от высокомолекулярных и окрашивающих примесей, в водоподготовке и водоочистке для сорбции органических загрязнителей, которые обуславливают запах, цветность, вкус и окисляемость воды.

Список использованных источников

1. Уббелде, А.Р. Графит и его кристаллические соединения / А.Р. Уббелде, Ф.А. Льюис; под ред. Е.С. Головиной, О.А. Цухановой. – М.: Мир, 1965. – 256 с.

2 Кузнецов, Б.Н. Синтез и применение углеродных сорбентов / Б.Н. Кузнецов // Сорбционный образовательный журн. – 1999. – № 12. – С. 29–34.

УДК 628.4

Е.А.Ботян, зав. отделом обращения с отходами; М.П. Дударенко ст. науч. сотр.
РУП «Бел НИЦ «Экология», г.Минск

НОРМИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ

Для мирового сообщества пути управления отходами определены на Всемирной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 г. Они включают предотвращение образования отходов, максимальное повторное использование и вторичную переработку,