

СОРБИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИЙ И АКВАТОРИЙ ОТ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

КОТОВ С. Г., КСЕНОФОНТОВ М. А., ПОНАРЕДОВ В. В., ЛУПЕЙ А. Ю.,
ХАТЕНКО А. С., ОСТРОВСКАЯ Л. Е., ВАСИЛЬЕВА В. С.

*Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь,
Белорусский государственный университет*

Масштабы загрязнения окружающей среды в результате технической деятельности человека постоянно возрастают. Одним из наиболее опасных веществ, загрязняющих среду обитания в силу своих свойств и масштабов использования, является нефть. Несмотря на принимаемые меры, количество техногенных катастроф при добыче, переработке и транспортировке нефти и нефтепродуктов остается высоким. Основываясь на мировом опыте, можно утверждать, что в настоящее время одним из наиболее перспективных решений проблемы удаления разлившихся нефти, нефтепродуктов и других химических веществ с водных поверхностей и почвы является использование сорбционных технологий, предусматривающих применение специальных поглощающих материалов (сорбентов). Качество сорбентов определяется главным образом их емкостью по отношению к нефти, плавучестью, возможностью десорбции и регенерации или утилизации сорбента.

К неорганическим сорбентам относятся различные виды глин, диатомитовые породы (главным образом рыхлый диатомит – кизельгур), песок, цеолиты, туфы, пемза и т. п. Именно глина и диатомиты составляют большую часть товара на рынке сорбентов в силу их низкой стоимости и возможности крупнотоннажного производства. Сюда же можно отнести и песок, имеющийся повсюду как обязательное противопожарное средство и используемый для засыпки небольших разливов нефти и нефтепродуктов. Однако качество неорганических сорбентов, как правило, совершенно неприемлемо с точки зрения экологии. Прежде всего, они имеют очень низкую емкость (70–150 % по нефти) и совершенно не удерживают легкие фракции типа бензина, керосина, дизельного топлива. При ликви-

дации разливов нефти на воде неорганические сорбенты тонут вместе с нефтью, не решая проблемы очистки воды от загрязнений. Наконец, практически единственными методами утилизации этих сорбентов являются их промывка экстрагентами или водой с ПАВ, а также выжигание.

Природные органические и органоминеральные сорбенты производятся на основе торфа, древесных стружек или муки, пеньки, золы, шерсти, вискозы. Они достаточно экологичны, однако имеют невысокую сорбционную способность, ограниченное время плавучести в нефтенасыщенном состоянии, не могут подвергаться регенерации для повторного применения, что, в свою очередь, требует их значительного количества и больших складских помещений для хранения аварийного запаса.

Одним из сорбентов, сопоставимым по своей емкости с модифицированным торфом, является шерсть. Она может поглотить до 8–10 тонн нефти на тонну своей массы, при этом природная упругость шерсти позволяет отжать большую часть легких фракций нефти. Однако после нескольких таких отжимов шерсть сваливается в битуминизированный войлок и становится непригодной для использования. Высокая цена шерсти, недостаточное ее количество и строгие требования к хранению (шерсть очень привлекает грызунов, насекомых, претерпевает биохимические превращения) не позволяют считать ее перспективным массовым нефтяным сорбентом.

Опилки хорошо и быстро впитывают нефть и нефтепродукты, но еще лучше влагу, поэтому необходима пропитка опилок после их глубокой сушки водоотталкивающими составами, например жирными кислотами. Однако гидрофобное покрытие является весьма недолговечным. Сорбенты на основе древесных стружек или древесной муки, пеньки, золы, вискозы, обработанных

гидрофобными жидкостями (парафином, силиконовым или нефтяным маслом, эфирами полиэтиленгликоля), имеют емкость по нефти 1,5–3,0 кг/кг. Волокнистая древесина, полученная в процессе сульфитной и сульфатной обработки, не более эффективны в применении, чем описанные выше сорбенты. Торф превосходит по своей потенциальной сорбционной способности опилки и даже шерсть, однако из-за сильной полярности он способен, помимо нефти, поглощать воду в виде водонефтяной эмульсии.

В Республике Беларусь разработаны два природных органических сорбента для ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов на воде и почве, которые производятся на основе торфа. Один из этих сорбентов – «Белнефлесорб-экстра» (ТУ РБ 28869030.020–99) разработан в БелНИПИнефть ПО «Белоруснефть» и производится ЗАО НПО «Белнефлесорб» (г. Житковичи). В Институте проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси разработан сорбент «Экторф» (ТУ РБ 02999284.291–98). К недостаткам этих сорбентов следует отнести, прежде всего, небольшую сорбционную емкость (2–6 кг нефти/кг сорбента), достаточно высокий насыпной вес (около 190 кг/м³), непродолжительную плавучесть в нефтенасыщенном состоянии (3–4 суток), что является следствием как большого насыпного веса, так и невысокой гидрофобности материала.

Синтетические сорбенты являются наиболее эффективными и используются в странах с высокоразвитой нефтехимической промышленностью (США, страны ЕЭС, Япония). Чаще всего их производят из полипропиленовых волокон, формируемых в нетканые рулонные материалы разной толщины, в виде гранул и плит из вспененных полиэтилена, полиуретана, фенолформальдегидных смол и других полимеров. Преимущества данных сорбентов состоят в следующем: высокая сорбционная емкость, достигающая 50–70 кг/кг; гидрофобность и низкое водопоглощение; высокая плавучесть в насыщенном состоянии, достигающая 20 суток и более; способность удерживать поглощенный нефтепродукт в течение длительного времени; возможность извлечения сорбированных нефтепродуктов и многократного использования сорбентов. Извлечение нефти из сорбентов может быть произведено компрессионными методами (отжим на фильтр-прессах, центрифугах) или термическими методами (отгонка летучих фракций нефти путем нагрева сорбентов без доступа воздуха до 250–300 °С). Компрессионные методы являются более дешевыми, но при их использо-

вании нарушаются структура сорбента и его емкость, что ограничивает количество последующих циклов регенерации.

По данным патентной и научно-технической литературы, в мире производится и успешно используется множество синтетических сорбентов. Отделением безопасности окружающей среды британской фирмы 3М выпускается универсальный сорбент Powersorb на основе пенополипропилена, предназначенный для впитывания опасных жидких веществ при их аварийном разливе. Адсорбент помещается в пористые чехлы, имеющие форму валика, мата или подушки. Разнообразные по форме и размерам чехлы с адсорбентом укладываются в пакеты или пластмассовые тележки (в зависимости от массы) вместимостью от 5 до 550 л. Количество впитываемого вещества в 18 раз превышает массу используемого сорбента. Емкость контейнера выбирается исходя из масштабов инцидента. Минимальное количество сорбента рассчитано на 5 л разлитого вещества.

Высокоэффективный синтетический сорбент Oil-Eater выпускает британская фирма Sorbican. Гранулированный легковесный материал предназначен для собирания нефтепродуктов и других жидких опасных материалов на местах их аварийного разлива. Его сорбционная способность значительно выше по сравнению с распространенными природными сорбентами, что ускоряет обработку места инцидента. Фирма Tucson (США) разработала средство для ликвидации разливов нефти в виде пористых дисков из полипропилена, которые способны сорбировать 1,81 кг нефти за 40 ч. При этом вода не сорбируется. Диски могут оставаться в воде в течение 16 недель для поглощения разлившейся нефти.

В Германии пожарными аварийно-спасательными службами для очистки грунта от разлившихся углеводородов с успехом используется сорбент Uni-Safe, состоящий из гранулированного полимера с развитой поверхностью. Также в этой стране фирмой Pronol GmbH производится сорбент Rhodia-Sorb, который предназначен для удаления нефти и масел с твердых поверхностей и водоемов. Данный сорбент является вспененным полипропиленом с сорбционной емкостью, в 16 раз превышающей собственный вес.

Швейцарской компанией Transdiffusia разработан и выпускается высокоэффективный сорбент Black Green из вспененного фенолформальдегидного полимера. Сорбционный материал имеет низкое значение насыпной плотности (0,009 г/см³) и способен поглощать углеводороды, до 75 раз больше собственного веса без изменения своего объема (сорбционная емкость по нефти составляет 62 кг/кг). Black Green выпуска-

ется в различных видах, позволяя осуществлять немедленные и эффективные действия при разливах нефтепродуктов. Недостатком сорбента является его высокая стоимость (68 дол США/кг).

Несмотря на то, что синтетические сорбенты производятся во многих странах Европы, в Республику Беларусь они не импортируются. Это обусловлено, в частности, их достаточно высокой стоимостью на мировом рынке, а также тем, что легковесные сорбенты выгоднее производить на месте потребления. Одним из важных требований, предъявляемых к синтетическим сорбентам, является их экологическая чистота. При эксплуатации и утилизации они не должны выделять в окружающую среду вредные вещества.

В РУП СКТБ «Металлополимер» (г. Гомель) разработан сорбирующий волокнисто-пористый материал (ТУ РБ 400052285.059–2000), предназначенный для сбора жидких углеводородов. Материал изготавливается модернизированным аэродинамическим способом из гранулированного полипропилена низкого давления как первичного, так и вторичного. Он представляет собой нетканый холст толщиной 10–15 мм, состоящий из волокон диаметром не более 25 мкм с плотностью укладки не более 20 кг/м³, его

сорбционная емкость до 30 весовых частей к собственному весу. При использовании материал расстилается на поверхность разлитых нефти или нефтепродуктов и после их впитывания сжимается. Поскольку данный сорбционный материал производится только в виде холста, он в наибольшей степени эффективен для удаления нефтяной пленки с поверхности воды. Применение его для сбора жидких углеводородов с почвы зачастую бывает сопряжено с определенными трудностями из-за неплотного прилегания к поверхности, необходимости настила многих слоев материала при больших объемах разлива и отсутствия механизированных средств нанесения.

Данные проблемы можно решить при применении нефтесорбентов на основе пенополимеров, формованных в виде гранул различного размера, которые в зависимости от задачи могут применяться либо путем непосредственного нанесения на место разлива (в том числе и с использованием технических средств нанесения и сбора), либо в виде матов и подушек, представляющих собой прошитые сетки с гранулами сорбента, или в виде пористых плит, дисков и т. д.

УДК 667.662

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ГАЗООЧИСТКИ СТЕКЛОВАРЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Канд. техн. наук, доц. САВЕЛОВ И. Н., инженеры ПАВЛОВ А. В., БАЧИЛО В. В., ТРУБАЧ П. В.

Белорусская государственная политехническая академия

Экологическое состояние окружающей среды крупных промышленных зон Республики Беларусь вызывает беспокойство государственных и общественных организаций. В частности, с дымовыми газами стекловаренных печей в окружающую среду попадают вредные соединения фтора, свинца, натрия, оксиды азота и т. д. А очистка дымовых газов не производится в полном объеме в связи с отсутствием технологии утилизации твердых продуктов газоочистки и ее низкой эффективностью. Отсутствие эффективных способов их переработки способствует накоплению токсичных веществ и требует специальных условий складирования, что является потенциальной экологической угрозой.

В странах СНГ и за рубежом свинецсодержащие отходы газоочистки практически не перерабатываются, а утилизируются методом складирования.

В то же время отсутствие сырьевых ресурсов для предприятий химической промышленности республики является одной из причин экономических трудностей. Элементный состав продуктов газоочистки стекловаренных печей может служить исходным сырьем при получении пигментов для производства лакокрасочной продукции, пластмасс и т. д., которые в настоящее время импортируются из ближнего и дальнего зарубежья.

Местом образования отходов газоочистки являются рукавные фильтры системы очистки ды-