

СОРБЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ВОДЫ от нефтяных ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Рассмотрены способы очистки воды от нефтепродуктов с использованием сорбционных технологий. Проведен сравнительный анализ наиболее широко используемых неорганических, синтетических, природных органических и органоминеральных сорбентов. Описаны методы извлечения нефтепродуктов из сорбентов в зависимости от их типа.

1. Введение

Основными источниками загрязнения нефтью и нефтепродуктами являются нефтедобывающие предприятия, системы перекачки и транспортировки, нефтяные терминалы и нефтебазы, хранилища нефтепродуктов, железнодорожный транспорт, речные и морские нефтеналивные танкеры, автозаправочные комплексы и станции. Объемы отходов нефтепродуктов, скопившиеся на отдельных объектах, составляют десятки и сотни тысяч кубометров. Значительное число хранилищ нефтяных шламов и отходов, построенных с начала 1950-х годов, превратились из средства предотвращения загрязнений нефтью и нефтепродуктами в постоянно действующий источник таких загрязнений [1].

Систематически происходят аварийные разливы нефти, обусловленные как изношенностью трубопроводов и оборудования, так и несоблюдением технологической дисциплины. Потери нефти и нефтепродуктов только в России за счет аварийных ситуаций и несоблюдения технологической дисциплины достигают 4,8 млн. т. ежегодно; 30% загрязнений нефтью приходится на бытовые и промышленные отходы, 27% – на суда, 12% на аварии танкеров и нефтяных платформ, 7% – на атмосферные осадки, 24% загрязнений поступает со дна океана из естественных источников.

Очевидно, что подобное положение дел в части загрязнения биосферы нефтью настоятельно требует разработки специальных норм, прежде всего для нефтедобывающих компаний по защите биосферы от нефтяных загрязнений. Такие меры уже намечены во вновь разрабатываемых технических регла-

А.В.Артемов,
д.х.н, проф

А.В.Пинкин
Московский
государственный уни-
верситет дизайна и
технологий,
кафедра химической
технологии
и промышленной эко-
логии

ментах, в частности с использованием сорбентов нефти. Очевидно, что наиболее доступными становятся отечественные сорбенты, особенно растительного происхождения, которые можно будет получать непосредственно в регионе добычи нефти или нефтепереработки.

Своевременная и эффективная очистка почвы и водных источников в зоне добывающих предприятий от нефтяных загрязнений является основной экологической задачей этих предприятий. Эта задача может быть успешно решена путем применения сорбентов для сбора нефтяных загрязнений. Именно этой экологической проблеме и посвящена данная статья.

2. Основы сорбционных технологий очистки воды от нефти

Сейчас в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти около двухсот различных сорбентов, которые подразделяют на неорганические, природные органические и органоминеральные, а также синтетические. Качество сорбентов определяется, главным образом, их емкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти, возможностью десорбции нефти, регенерации или утилизации сорбента. Применение сорбентов может сочетаться с механическими методами сбора нефти. При этом механические методы могут применяться как до, так и после применения сорбентов, фиксирующих нефть и предотвращающих образование эмульсий [4].

Неорганические сорбенты. К таким сорбентам относятся глины различных видов, 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, используемый для засыпки небольших разливов нефти и нефтепродуктов. Однако при-

менение неорганических сорбентов неэффективно с точки зрения экологических критериев. Прежде всего они имеют очень низкую емкость (70-150% по нефти и не удерживают легкие фракции типа бензина, керосина, дизельного топлива). При ликвидации 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.

Синтетические сорбенты. Синтетические материалы чаще всего используют в странах с высокоразвитой нефтехимической промышленностью (США, страны ЕЭС, Япония). Обычно, их изготавливают из полипропиленовых волокон, формуемых в нетканые рулонные материалы разной толщины. Кроме того, используют полиуретан в губчатом или гранулированном виде, формованный полиэтилен с полимерными наполнителями и другие виды пластика.

В качестве примера на *рис. 1* показана принципиальная схема удаления нефтепродуктов и масел с использованием пенополиуретана. Высота слоя пенополиуретана 2-2,5 м. Размер частиц пенополиуретана 5-10 мм. Скорость фильтрования достигает 25 м/ч. Такие фильтры могут быть использованы при концентрации нефтепродуктов в исходной сточной воде до 1000 мг/л. Сточная вода подается через верхний штуцер, фильтруется через слой материала, освобождаясь от нефтепродуктов. После насыщения слоя сорбента нефтепродуктом проводят регенерацию сорбента, трехкратным механическим сжатием с промывкой водой. Частицы пенополиуретана с захваченной жидкостью пода-

Таблица 1

Стоимостная оценка производства нефтяного сорбента и активированного угля

Продукция	Сырье, тыс. т	Продукт, тыс. т	Стоимость 1т продукта, доллары США	Общие затраты, млн. долларов США
Нефтяной сорбент	60	30	400	12
Активированный уголь	60	20	1500	30
ИТОГО				42

ются на ленту транспортером и затем проходят через отжимные ролики.

Природные органические и органоминеральные сорбенты. Этот тип сорбентов является наиболее перспективными для ликвидации нефтяных загрязнений. Чаще всего применяют древесную щепу и опилки, модифицированный торф, высушенные зернопродукты, шерсть, макулатуру. Одним из лучших природных сорбентов, сопоставимых по своей нефтеемкости с модифицированным торфом, является шерсть. Один килограмм шерсти может поглотить до 8-10 кг нефти, при этом природная упругость шерсти позволяет отжать большую часть легких нефтяных фракций. К сожалению, после нескольких таких отжимов шерсть насыщается битумом и становится непригодной для дальнейшего использования. Высокая цена шерсти, недостаточное ее количество и строгие требования к хранению (шерсть привлекает грызунов, насекомых, претерпевает биохимические превращения) не позволяют считать ее сколько-нибудь перспективным сорбентом.

Помимо шерсти эффективным сорбентом нефтепродуктов являются отходы производства льна, которые в настоящее время в основном сжигают [5]. Поэтому, перспективной является разработка технологии получения из льна нефтяного сорбента и активированного угля. Основным сырьем для производства нефтяного сорбента и активированного угля является костра, количество которой в настоящее время в России составляет около 195 тыс.т./год. На нужды строительства (костроплиты) и как топливо используется около 40% этого количества. Если из оставшихся 60% (120 тыс.т.) производить поровну нефтяной сорбент и активированный уголь, то стоимость произведенной продукции может достичь 42 млн. долларов США (*табл. 1*). Даже если суммарная стоимость установок по производству

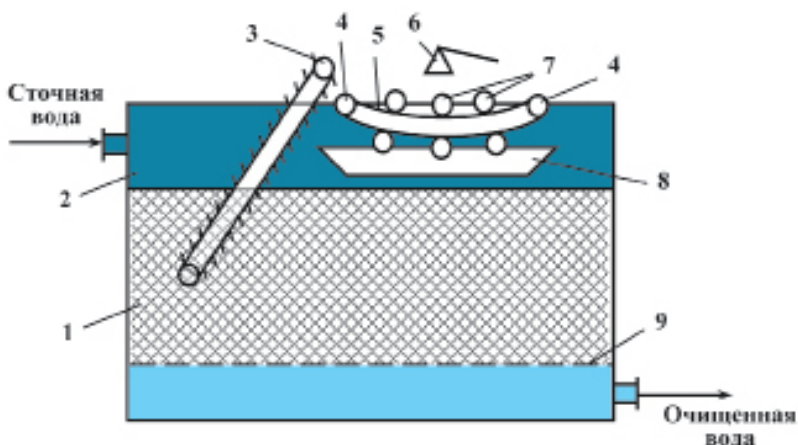


Рис. 1. Фильтр с пенополиуретановой загрузкой:

1 – слой пенополиуретана; 2 – камера; 3 – транспортер; 4 – направляющие ролики; 5 – лента; 6 – ороситель; 7 – отжимные ролики; 8 – емкость для регенерата; 9 – решетчатая перегородка.

нефтяного сорбента и активированного угля составит 10 млн. долларов США, то выгода организации этого производства очевидна. Эта программа также позволит более полно использовать льнопродукцию и существенно улучшить экологическую обстановку в районе льнозаводов за счет существенного сокращения неорганизованных отвалов костры. В настоящее время (с участием автора данной статьи) разработан инвестиционный проект по глубокой переработке льна, учитывающий, в том числе, и переработку отходов льняного производства в нефтяной сорбент и активированный уголь.

Следует отметить, что опилки хорошо и быстро впитывают нефть и нефтепродукты, но еще лучше впитывают влагу, поэтому необходима пропитка опилок после их глубокой сушки водоотталкивающими составами, например, жирными кислотами. Образованное гидрофобное покрытие обеспечивает хорошее качество нефтяных сорбентов, но является весьма недолговечным. Аналогичным образом обстоит дело и с торфом, который намного превосходит по своей потенциальной сорбционной способности опилки и даже шерсть (во всяком случае некоторые разновидности верхового торфа моховой группы).

Применение описанных выше сорбентов заключается в их рассеивании вручную, механическими или пневматическими устройствами над загрязненной поверхностью и после-

дующем сборе конгломерата из пропитанной нефтью сорбента. Извлечение нефти из сорбентов может быть произведено компрессионными методами (отжим на фильтр-прессах, в центрифугах) или термическими методами (отгонка летучих фракций нефти путем нагрева сорбентов без доступа воздуха до 250-300°C). Степень извлечения нефти из сорбентов определяется качеством нефти, а именно содержанием в ней маловязких и летучих фракций. Компрессионные методы являются более дешевыми, но при их использовании нарушается структура сорбентов и их емкость, при последующем использовании обеспечивается большая кратность регенерации сорбентов. Данные методы можно использовать лишь с учетом термостойкости сорбирующего материала.

Отработанный сорбент обычно просто вывозят на свалки, где это разрешено. Его можно также формировать в топливные брикеты или использовать в качестве смолистых добавок в асфальтовые смеси или кровельные материалы. Использовать в качестве топлива допустимо только органоминеральные сорбенты из натуральных материалов с низкой зольностью. Сжигание отработанных синтетических сорбентов вследствие выделения токсичных веществ допустимо только при высоких температурах.

Новым решением в этой области является безреагентная физико-химическая обработка [4] натуральных материалов (торф, опилки,

Таблица 2

Характеристики различных нефтяных сорбентов

Марка сорбента	Питсорб	Турбоджет	Пауэрсорб	БТК-1	НПМ-3	Сорбойл
Основа сорбента	Торф	Торф	Нетканое полотно	Торф	Ткань, пропитанная реагентом	Торф, опилки, кора, сельскохозяйственные отходы
Внешний вид	Крошка	Крошка	Рулон	Крошка	Мат	Крошка
Плотность, г/см ³	0,16	0,11	-	0,06	-	0,25
Нефтеемкость, г/г	4	3,6	12	11	10	8
Нефтеемкость при 4°C, г/г	1,6	3,6	11,4	10	9,4	8
Водопоглощение, г/г	1,64	2,03	0,06	5,21	0,15	0,05
Токсичность	Безвредный	Безвредный	-	Безвредный	Безвредный	Безвредный
Стоимость кг/долл.	7	5,8	-	7	-	2
Способ утилизации	Сжигание, захоронение	Сжигание при 365°C	Отжатие	Сжигание	Регенерация, сжигание	Отжатие, регенерация
Упаковка	Мешок (22 кг)	Мешок (30 кг)	Рулон (30 кг)	Мешок (15 кг)	Рулон (10-15 кг)	Мешок (15 кг)
Страна-производитель	Канада	Франция	Франция	Россия	Россия	Россия

Таблица 3

Результаты испытаний сорбентов РС и ГС [6]

Загрязнитель	Сорбент	Масса сорбента, г	Концентрация загрязнителя в воде, г/л		Степень очистки, %
			До очистки	После очистки	
Мазут М-20	ГС-1	2,5	10	0,0020	99,0
	РС-11	2,5	10	0,0032	99,0
Дизтопливо	ГС-1	2	12	1,1	90,8
	РС-11	2	12	1,6	86,7
Нефть	ГС-1	1,8	9	0,025	99,0
	РС-11	1,8	9	0,014	99,8

отходы переработки сельскохозяйственных продуктов) (табл. 2) с получением нефтяных сорбентов.

Основными достоинствами этих сорбентов являются экологическая чистота, широкая сырьевая база, высокая гидрофобность и нефтеемкость при сравнительно низкой стоимости.

Технология применения нефтяных сорбентов мало отличается от известной технологии применения других сорбентов и является частью комплекса мероприятий по очистке окружающей среды от нефтяных загрязнений. Образующий с нефтью конгломерат легко извлекается сачками из сетки с ячейками 1-3 мм. Магнитный сорбент собирается простыми магнитными системами с напряженностью поля до 100 кА/м.

Малые капиталовложения в производство сорбентов и мобильность оборудования позволяют организовать производство как в различных районах России, так и за рубежом, что позволит уменьшить транспортные расходы.

Перспективными сорбентами нефтепродуктов являются сорбенты на основе шелухи гречихи (ГС) и шелухи риса (РС). Их действие оказывается особенно эффективно при сборе тяжелых нефтяных фракций (табл.3)

Из приведенных в табл.3 данных следует, что применение сорбентов ГС и РС позволяет с высокой степенью извлекать нефтепродукты из гидросферы. Эти сорбенты могут являться ресурсообразующими компонентами сложных эколого-экономических звеньев регионов, обеспечивая решение проблем экологизации экономики территориального образования, а также способствовать созданию благоприятных условий для достижения требуемого состояния окружающей среды экономически рациональными способами.

В работе [7] показано, что для производства нефтяных сорбентов наиболее привлекательными являются естественное органическое сырье и отходы производства растительного происхождения. Как правило, они являются органической частью существующих экосистем. Поэтому, сорбенты на их основе в наибольшей степени соответствуют экологическим требованиям. Статическая емкость некоторых из этих сорбентов по нефти и нефтепродуктам приведена в табл. 4 и 5.

Помимо перечисленных выше нефтяных сорбентов, известно [2] использование для удаления нефти и нефтепродуктов с водной поверхности сорбента на основе гидролизного лигнина. Гидролизный лигнин представляет собой крупнотоннажный отход при гидролизе древесины. Определенное количество сорбента равномерно распыляют на пятно нефти и нефтепродуктов внутри ограждения или обваловки пятна. В результате процесса сорбции нефти, продолжительность которого зависит от толщины пленки, образуется пастообразная масса. Эту массу можно собирать механическим способом или транспортировать по водной поверхности в удобное для изъятия место, или отодвинуть от берега во избежание его загрязнения.

Данный метод был успешно испытан в условиях нефтегазоразведочной экспедиции бывшего ГП «Архангельскгеология» и ОАО «Севернефтесервис» (Архангельская нефте-

Таблица 4

Статическая емкость некоторых природных и промышленных материалов по нефтепродуктам, кг/кг

Сорбент	Статическая емкость, кг/кг
Глина	0,76-1,59
Кварцевый песок	0,3
Перлит и вермикулит	5-7
Древесная стружка, опилки	2-3
Минеральная вата	7,85
Вулканическое стекло	5,25
Очес полшерстяной	12,9
Лавсан	8,3
Капрон непрессованный	8,92
Полипропилен (волокно)	6,13
Капрон	1,88
Нитрон	6,13
Торф гранулированный	1,27
Торф сфагновый	5,2
Цеолит природный	0,5
Уголь бурый гуминовый	0,8-1,2

Таблица 5

Статическая емкость по нефти сорбентов, полученных из различного сырья по специальной технологии

Сорбент	Статическая емкость, кг/кг
Древесные опилки	4,5-8,5
Опавшая листва	8-9
Отходы переработки трав	4-6,5
Торф	8-10
Рисовая шелуха	6-10
Хлопковые отходы	6-30
Пеньковолокно	10-13
Лузга подсолнечника	6-8
Макулатура	8-9,5
Кукурузные початки (отходы)	5-7

база). Крупномасштабные практические испытания были проведены на Архангельской ТЭЦ, где были полностью удалены нефтепродукты с поверхности воды в котловане-накопителе промышленных стоков [2].

Этот сорбент (гидролизный лигнин) можно использовать для обезвреживания нефтесодержащих отработанных буровых растворов и почв. В этом случае смешивают обрабатываемую среду с сорбентом и негашеной известью. Затем полученную смесь выдерживают до получения кускового или порошкообразного материала. При этом сорбент адсорбирует нефтепродукты, а негашеная известь способствует укрупнению частиц загрязненной почвы с сорбентом и нефтепродуктами. После проведения обезвреживания и захоронения полученной смеси содержание нефтепродуктов в грунтовых водах было незначительным (0,1-0,2 мг/л).

Перспективными нефтяными сорбентами могут оказаться сорбенты, полученные из природного органического материала – сапропеля.

Подобные сорбенты предназначены для удаления нефти, масел, мазута и других нерастворимых в воде органических загрязнений как с поверхности воды, так и с любой твердой поверхности в широком диапазоне температур при любой толщине пленки нефтепродукта.

Основными сферами применения сапропелевых сорбентов являются: очистка водной и земной поверхности от загрязнений, возникающих в результате аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при их добыче, транспортировке и переработке, на нефтяных железнодорожных и морских термина-

лах, нефтебазах, нефтехимических заводах, энергетических объектах; использование сорбентов в качестве средства ликвидации нефтяных загрязнений на водоочистных сооружениях, в автохозяйствах, на автозаправочных станциях, котельных и т. п.; индивидуальное использование населением в бытовых условиях в гаражах, мастерских и других хозяйственных помещениях в качестве одного из средств ликвидации загрязнений и защиты окружающей среды.

Нефтяные сапропелевые сорбенты представляют собой порошкообразный материал, изготавливаемый из природных органических и органоминеральных материалов с использованием технологий, исключающих применение химических реагентов.

Достоинством нефтяных сапропелевых сорбентов являются: экологическая чистота, обусловленная использованием природного органического сырья и безреагентная технология их получения; высокая гидрофобность, обеспечивающая плавучесть сорбента до и после поглощения им нефти в течение длительного времени – не менее 72 часов; простота утилизации отработанного сорбента: сжигание или экстракция нефтепродуктов с последующим сжиганием или внесением в почву; сохранение работоспособности при низких отрицательных температурах (до (-) 20 ÷ (-) 30 °С).

По своим основным показателям сапропелевый сорбент не уступает зарубежным аналогам, представленным на российском рынке (табл.6)

По соотношению «цена/нефтеёмкость», определяющему экономическую эффективность применения сорбентов для ликвидации нефтяных загрязнений, сапропелевые сорбенты превосходят другие порошковые сорбенты, представленные на российском рынке.

Использование нефтяных сапропелевых сорбентов аналогично применению других порошкообразных сорбентов. При ликвида-

Таблица 6

Основные характеристики порошковых нефтяных сорбентов

Сорбенты	Сапропелевый сорбент	Turbo-Jet	Peat-Sorb
Страна изготовитель	Россия	Франция	Канада
Основа сорбента	Сапропель, торф, мох	торф	Торф
Нефтеёмкость, г/г	10	3,6	4,0
г/см ³	0,4-0,7	0,4	0,6
Водопоглощение, г/г	2	2	1,6
Цена за кг, \$USD	1,5	5,8	7,0



ции нефтяных загрязнений с водной поверхности прежде всего производят ликвидацию разлившейся нефти или нефтепродуктов боными, что является обязательным при любой технологии очистки. Затем производят нанесение сорбента на загрязненную поверхность любым механизированным или ручным способом до полного поглощения нефтяной пленки и образования плавучего конгломерата. После этого производят стягивание бонового заграждения, концентрируя сорбент с поглощенной нефтью вблизи места, удобного для сбора, и тем или иным образом удаляют отработанный сорбент с поверхности воды. Резерв времени для локализации нефтяного разлива без существенного ущерба окружающей среде, в зависимости от погодных условий, обычно не должен превышать 24-72 часов с момента аварии. Использование при ликвидации нефтяного загрязнения порошковых сапропелевых сорбентов, сохраняющих плавучесть в течение длительного периода времени, позволяет значительно увеличить резервы времени для проведения подготовительных мероприятий и сбора нефти. Нефтяные сапропелевые сорбенты полностью совместимы со всеми основными видами специального оборудования для нанесения и сбора отработанных порошкообразных сорбентов, традиционно применяемых при ликвидации нефтяных загрязнений. Утилизация отработанных сапропелевых сорбентов возможна путем сжигания с целью получения тепловой энергии, предварительной экстракции нефтепродуктов с последующим сжиганием или внесения сорбента в почву.

В целом все способы утилизации отработанных сапропелевых сорбентов являются экологически безопасными и не требуют существенных затрат.

Сапропели могут быть также использованы для получения углеродных сорбентов. Этот углеродный сорбент предназначен для сорбционной очистки воды от растворенных органических веществ и нефтепродуктов. Аналогами углеродного сорбента являются отечественные сорбенты типа ДАК, БАУ, ЛАУ и сорбенты зарубежных фирм Norit, Chemviron, Calgon Corp.

По сравнению с аналогом, сапропелевый углеродный сорбент имеет более низкую стоимость при сравнимых технических характеристиках:

Возможными областями применения углеродных сорбентов также являются: дешевые одноразовые сорбенты для процессов водоподготовки и очистки сточных вод от органических веществ и нефтепродуктов средней и высокой молекулярной массы; носители для приготовления нанесенных сорбентов, в которых сорбирующий агент наносится, обычно, в виде тонкой пленки на поверхность носителей. Такие сорбенты перспективны для извлечения примесей и загрязнений ионного характера из растворов, природных и сточных вод, жидких радиоактивных отходов, стоков гальванических и электрохимических производств, извлечения и концентрирования ионов тяжелых и радиоактивных металлов (например, урана, цезия, мышьяка, хрома, марганца, стронция, циркония и др.).

В настоящее время с участием автора данной статьи разработан инвестиционный проект по комплексному использованию сапропелей России, в том числе и с ориентацией на получение нефтяных сорбентов для нужд нефтяной, нефтеперерабатывающей и нефтехимической отраслей промышленности России.

Среди перспективных неорганических нефтяных сорбентов представляют интерес тонкодисперсные гидросиликаты кальция, полученные из отходов производств минеральных удобрений [3] – фосфогипс и кремнегелевая пыль.

Фосфогипс ($\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, где n равно 0,5 или 2) образуется при получении фосфорных удобрений из апатитовых концентратов. В качестве примесей он содержит соединения фтора и фосфора, которые в силу своей высокой химической активности через воздух и воду оказывают пагубное воздействие на все живое. Миллионы тонн практически неперерабатываемого в настоящее время фосфогипса представляют экологическую угрозу для всего Юго-Восточного региона Московской области.

Кремнегелевая пыль ($\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), является побочным продуктом синтеза фтористого

алюминия на Воскресенском химическом комбинате. В настоящее время этот отход не находит должного применения и накапливается в больших количествах на складах.

Эти адсорбенты могут успешно применяться для очистки нефтесодержащих сточных вод. Поверхность этого адсорбента позволяет сорбировать 1 г поглотителя до 0,4 г нефти и нефтепродуктов. Адсорбенты имеют низкую стоимость, большую сорбционную емкость, обладают высокой механической прочностью и легко регенерируются. Регенерация адсорбента с сорбированной нефтью и нефтепродуктами может быть проведена путем его прокаливания. При этом адсорбированные нефтепродукты выполняют роль горючего и служат дополнительным источником энергии. Регенерированный адсорбент не изменяет своих физико-химических свойств после прокаливания и может применяться в процессах очистки многократно (выдерживает 80-100 циклов). Изготовленный в виде гранул адсорбент обеспечивает степень очистки от нефтепродуктов 99,0-99,5%.

3. Заключение

В заключение следует отметить, что при выборе сырьевого источника получения нефтяного сорбента необходимо ориентироваться на глубокую переработку отходов сельскохозяйственных культур. Проведенный анализ методов сорбционной очистки воды от нефтяных загрязнений указывает на перспективу использования в этом процессе углеродсодержащих сорбентов, полученных из природного целлюлозосодержащего сырья: древесных опилок, отходов переработки риса, хлопка, льна, подсолнечника

и других сельскохозяйственных культур. Перспективными нефтяными сорбентами являются также продукты переработки сапропеля.

Литература

1. В.В.Минаков, С.М.Кривенко, Т.О. Никитина. Новые технологии очистки от нефтяных загрязнений. Экология и промышленность России, май, 2002, с.7-9.
2. А.Ф.Надеин. Очистка воды и почвы от нефтезагрязнений. Экология и промышленность России, ноябрь, 2001, с.24-26.
3. В.Д.Гладун, Н.Н.Андреева, Л.В.Акатьева, О.Г.Драгина. Неорганические адсорбенты из техногенных отходов для очистки сточных вод промышленных предприятий. Экология и промышленность России, май, 2000, с.17-20.
4. В.Ж.Аренс, О.М.Гридин. Эффективные сорбенты для ликвидации нефтяных разливов. Экология и промышленность России, февраль, 1997, с. 32-37.
5. Технический текстиль, 2003, №3, с.15.
6. М.Б.Щепакин, Г.И.Гафаров, Г.М.Мишулин, И.Х.Исрафилов. Эколого-технологический комплекс для очистки гидросферы от нефти и нефтепродуктов. Экология и промышленность России, ноябрь, 2000, с.41-44.
7. В.Ж.Аренс, О.М.Гридин, А.Л.Яншин. Нефтяные загрязнения: как решить проблему. Экология и промышленность России, сентябрь, 1999, с.33-36.
8. А.В.Артемов. Отраслевая наука льняного комплекса России: проблемы и перспективы. Российский химический журнал, 2003, №5, с.68-75.



A.V. Artemov, A.V. Pinkin

SORPTION PROCESSES TO TREAT OIL CONTAMINATED WATER

The potential of using sorption technology is discussed to treat water from oil products. The comparative analysis of the most

common non-organic, synthetic, organic and natural organic sorbents is given. Methods to recover oil from various sorbents are discussed.

Key words: water treatment, oil products, sorbents