

## **ПЕРЕРАБОТКА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ. НЕФТЕСОДЕРЖАЩИЕ И ПОЛИМЕРНЫЕ ОТХОДЫ**

### **АВТОРСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ: ОПЫТ РАБОТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

Акопова Г.С., Стрекалова Л.В., Малич Я.В.

### **ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКА В ПРОЦЕССАХ ПОЛУКОКСОВАНИЯ И КОКСОВАНИЯ УГЛЕЙ**

Бутузова Л.Ф., Маковский Р.В., Бутузов Г.Н., Исаева Л.Н., Шевкопляс В.Н., Булыга О.С.

### **ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ И СТИМУЛЯЦИЯ САМООЧИЩЕНИЯ НЕФТЕШЛАМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИТОМАССЫ**

Якушева О.И., Кичигин В.П., Абульханов А.Г., Гарусов А.В.,  
Григорьева Т.В., Юсупов Р.З., Наумова Р.П.

### **МЕХАНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЭЛАСТОМЕРОВ**

Дружакина О.П., Денисов В.А.

### **МОДЕЛЬ КОНТАМИНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ**

Рядинский В.Ю., Ким Е.В.

### **ОПЫТ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

Белозеров Д.С.

### **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ОТРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН**

Петренко Т.В., Новичков Ю.А., Хазипова В.В., Позднякова Е.И.

### **ПИРОЛИЗНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ**

Фетисов Д.Д., Шантарин В.Д.

### **ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ САМОРАЗРУШАЮЩИХСЯ ПЛЕНОК СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Курочкина Г.Н., Пинский Д.Л.

### **ПОЛУЧЕНИЕ "ПОЧВОГРУНТА" И "ТЕХНОГРУНТА" ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ**

Жилинская Я.А., Коротаев В.Н., Вайсман Я.И., Фусс В.А., Дорофеев А.А.

### **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ**

Ручкинова О.И., Мелехин А.Г.

### **СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ**

Безродный Ю.Г., Новикова В.В.

**СТРАТЕГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ  
С ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕДОБЫЧИ**

Ручкина О.И.

**СТРУКТУРИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕШЛАМА В УСЛОВИЯХ  
НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПРЕДОБРАБОТКИ**

Якушева О.И., Кичигин В.П., Несмелов А.А., Григорьева Т.В., Наумова Р.П.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИГОНОВ  
НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ОТХОДОВ**

Кузнецова Ю.А., Белов Д.В., Кузилов Л.А.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АМОРТИЗИРОВАННЫХ ШИН**

Петров А.Н.

**ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ  
НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ И НЕФТЕШЛАМОВЫХ АМБАРОВ**

Дуброва О.А., Пятчанин С.В., Самохин С.А., Дубров Е.В., Дубров Ю.В.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ -  
ОДИН ИЗ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Сметанин В.И., Дрегина Т.А.

**УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ  
С ПОЛУЧЕНИЕМ ЖИДКОГО ТОПЛИВА И ОРГАНИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ**

Кузнецов Б.Н., Шарыпов В.И., Береговцова Н.Г., Барышников С.В.

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ЖИДКИХ  
И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Фокина Л.М.

## **АВТОРСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ УСТАНОВКИ ПО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЮ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ: ОПЫТ РАБОТЫ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ**

Акопова Г.С., Стрекалова Л.В., Малич Я.В.

Всероссийский НИИ природных газов и газовых технологий, п. Развилка, Московская обл., Россия

Проблема обезвреживания и утилизации нефтесодержащих шламов, образующихся на объектах добычи, переработки, транспорта и хранения газа и конденсата занимает важное место среди экологических проблем на предприятиях ООО "ГАЗПРОМ"

В связи с запрещением сжигания нефтешламов в амбарах и захоронения на полигонах большая доля нефтешламов, образующихся от объектов нефтегазового комплекса хранится на территориях предприятий.

Современные технологии используют различные комбинации способов воздействия на нефтешламы для извлечения ценных продуктов углеводородных фракций, и их использования путем обезвреживания.

Разнообразие источников происхождения нефтешламов обуславливает различия их состава и физических свойств. Общим показателем для всех нефтешламов является содержание воды и загрязнений в виде частиц твердой фазы, как крупных, так и мелких размеров.

Из нефтешламов, содержащих жидкие углеводородные фракции (ловушечная нефть, свежешламовый слой) получают много полезных продуктов, в частности товарную нефть, мазут, печное топливо. Однако использование указанных технологий для суспензионных и битуминозных типов нефтешламов, содержащих тяжелые фракции углеводородов (асфальтены, смолы) неэкономично.

Сравнительный анализ экономических показателей технологий обезвреживания и утилизации нефтесодержащих шламов показывает, что одним из эффективных методов обезвреживания нефтешламов, является обезвреживание и утилизация их с использованием химреагентов. Химический метод наиболее выгодно отличается от других безотходностью производства.

В настоящее время на Оренбургском ГПЗ построена и эксплуатируется Установка по обезвреживанию и утилизации нефтесодержащих шламов" с получением продукта утилизации нефтешлама.

Установка состоит из следующих основных узлов:

- склада хранения негашеной извести;
- склада хранения продукта утилизации нефтешлама;
- бункера-накопителя реагентов и нефтешлама;
- блока емкости подогрева жидкого нефтешлама к бункеру дозатору;
- бункера продукта утилизации нефтешлама "ПУН";
- смесителя;
- узла очистки, пылегазовоздушной смеси.

В результате химического обезвреживания нефтешлама получается гидрофобный минеральный порошок.

Проведена работа по отработке рецептуры препарата на "Установке..." при различных соотношениях нефтешлама и негашеной извести (1:2; 1:3; 1:4). В процессе испытаний отбирались образцы продукта утилизации нефтешлама при каждом режиме.

Результаты исследования показали, что показатели гидрофобности, пористости, битумоемкости и зернового состава всех отобранных образцов порошка соответствуют нормам на гидрофобный минеральный порошок при оптимальном соотношении нефтешлама и негашеной извести 1:3 для использования его в качестве минеральной связующей добавки при производстве асфальтобетонной смеси.

Переработка нефтесодержащих шламов различными способами, является наиболее прогрессивным и безопасным способом по сравнению с применяемым на данный момент длительным хранением нефтешламов в амбарах на территории предприятий.

## ВОЗМОЖНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ПЛАСТИКА В ПРОЦЕССАХ ПОЛУКОКСОВАНИЯ И КОКСОВАНИЯ УГЛЕЙ

Бутузова Л.Ф., Маковский Р.В., Бутузов Г.Н.  
Донецкий национальный технический университет, Донецк, Украина  
Исаева Л.Н., Шевкопляс В.Н., Булыга О.С.

Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины, Донецк, Украина

Одним из наиболее простых способов повышения спекаемости угольных шихт в условиях ухудшения сырьевой базы коксования является применение органических добавок. Причем их технологическая ценность тем выше, чем ближе температурный интервал разложения добавки к температурам существования угля в пластическом состоянии.

С этой точки зрения представляет интерес исследование влияния на процессы полукоксования и коксования некоторых наиболее широко распространенных твердых полимеров, которые при нагревании деформируются практически в тех же температурных интервалах, что и спекающиеся угли.

В настоящей работе проведено исследование процесса со-пиролиза угля и отходов пластика с целью установления оптимального соотношения компонентов шихты, позволяющего интенсифицировать процесс спекания и утилизировать отход.

Для проведения исследований использовали уголь марки Г, пласт к<sub>7</sub> Донецкого бассейна следующего состава: W<sup>a</sup>=2,2%; A<sup>d</sup>=5,2%; S<sup>dt</sup>=1,22%; V<sup>daf</sup>=36,0%; C<sup>daf</sup>=85,1%; H<sup>daf</sup>=5,11%; (O+N)<sup>daf</sup>=8,71%, а также отходы полиэтилентерефталата. Перед проведением исследований готовили смеси угля и пластика, в которых содержание пластика составляло 1, 5 и 15%.

Динамику процесса термодеструкции образцов изучали методом дифференциального термического анализа (ДТА), который был выполнен на дериватографе Q-1500D системы Паулик-Паулик-Эрдеи. Навеску образца (300мг) помещали в керамический тигель с крышкой под слоем кварцевого песка (2мм) и нагревали до 900<sup>o</sup>C со скоростью 10<sup>o</sup>C/мин. Добавки пластика измельчали до крупности менее 0,5 мм. Термическую деструкцию проводили классическим методом полукоксования в реторте Фишера (ГОСТ 3168 - 93). Состав полукоксосового газа определяли в аппарате ВТИ.

Таблица 2.1 - Дериватографическое исследование угля

Образец	Температурные границы деструкции, С			$\Delta m$ (%) при различных температурах ( <sup>o</sup> C)								E <sub>эф</sub> , кДж/моль
	начало	конец	интервал	200	300	400	500	600	700	800	900	
Уголь	280	440	160	1,9	2,1	3,9	16,7	23,9	28,3	31,5	35,6	79,0
Уголь-1% пластика	300	440	140	1,6	1,6	3,1	15,1	21,8	25,8	29,2	32,7	91,9
Уголь-5% пластика	300	440	140	1,9	1,9	4,1	17,1	24,2	28,7	32,4	37,0	94,6
Уголь-15% пластика	300	440	140	1,7	1,5	6,6	23,1	31,5	37,3	41,9	48,1	97,9
Пластик	325	405	80	-	0,2	16,8	80,0	87,3	92,7	98,2	99,1	267,7

В табл. 1 приведены температуры начала, конца и точки максимума эффекта основного разложения, а также данные расчета потери массы для исследуемых образцов во всем температурном интервале термодеструкции. Как видно из таблицы, температурные интервалы термической деструкции полимера, угля и смесей весьма близки. Естественно предположить, что добавки такого пластика будут влиять на свойства угля в предпластическом и пластическом состояниях. Происходит смачивание угольных зерен продуктами деструкции пластических масс, и на основе достигнутого контакта протекают процессы взаимодействия угля и продуктов деструкции пластика. Данное предположение подтверждается тем, что значение потери массы ( $\Delta m$ ) растет с увеличением количества добавки в смеси более 5% и уменьшается при добавлении 1% пластика. Очевидно, добавка 1% пластика является оптимальной для увеличения ресурсов жидкой фазы пластической массы угля. При этом сужаются температурные границы интервала основного разложения, а температура его начала сдвигается в область более высоких температур. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе спекания участвует лишь та часть полимера, которая непосредственно контактирует с поверхностью угольных частиц. Если же имеется избыток пластических масс, то он в большей части легко переходит в газовую фазу еще до завершения пластического состояния угля, увеличивая выход летучих веществ. На изменение меха-

низма процесса термодеструкции указывает и существенное увеличение значения эффективной энергии активации  $E_{эф}$ .

Следует отметить также прирост выхода твердого остатка при со-пиролизе по сравнению с рассчитанным по правилу аддитивности, что указывает на химическое взаимодействие компонентов. В пользу этого предположения свидетельствует также изменение состава полукоксового газа в присутствии пластика: в нем увеличивается содержание метана.

Максимальное увеличение выхода твердого остатка отмечено при внесении 1% пластика.

Данные по определению пластометрических показателей показывают значительные изменения температурных интервалов усадки, которая является конечным результатом поликонденсации, то есть перестройки и уплотнения молекулярной структуры твердого углеродистого остатка. Следовательно, взаимодействие пластических масс с углем сказывается как на процессах термодеструкции, так и на поликонденсационных процессах.

## **ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ И СТИМУЛЯЦИЯ САМООЧИЩЕНИЯ НЕФТЕШЛАМА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФИТОМАССЫ**

Якушева О.И., Кичигин В.П.

ОАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия

Абульханов А.Г., Гарусов А.В., Григорьева Т.В., Юсупов Р.З., Наумова Р.П.

Казанский государственный университет, Казань, Россия

Проблема утилизации осадков промышленных сточных вод во многих странах нашла временное решение в виде размещения данных отходов в специальных резервуарах. Количество таких захоронений и площадь, которую они занимают, с каждым годом увеличивается. Многие хранилища отходов находятся на территории городов и объектов хозяйственной деятельности человека. Неправильное расположение и обращение с захоронениями представляют угрозу здоровью людей и состоянию окружающей среды. Экологически опасные компоненты отходов просачиваются в подземные воды, попадают на сельскохозяйственные земли и улетучиваются в атмосферу. Это объясняет необходимость исследования способов защиты окружающей среды от негативного влияния опасных отходов и создания экологически чистой технологии их обезвреживания.

В данной работе объектом исследования служил сырой нефтешлам - осадок сточных вод нефтехимического предприятия. Цель работы - оценить влияние скошенной растительной массы (фитомассы) на эмиссию летучих компонентов нефтешлама и на процессы его самоочищения. Способность фитомассы защищать атмосферу от летучих компонентов нефтешлама исследовали в сериях экспериментов с герметичными сосудами путем изучения состава газовой фазы с помощью газовой хромато/масс спектрометрии. Оказалось, что даже слой сена толщиной 2 см, размещенный на поверхности шлама, способен на 95% сократить эмиссию летучих компонентов. Примерно такого же эффекта достигли при перемешивании нефтешлама с сеном в соотношении 1:1 (по объему) после двухнедельного выдерживания фитомассы на поверхности шлама.

Влияние растительной массы на процессы самоочищения нефтешлама изучали в лабораторных условиях в контейнерах 15x25x15 см в течение 6 месяцев. Исследовали изменение биологических, химических и токсикологических параметров в следующих вариантах эксперимента: 1. нефтешлам (НШ) + удобрения (УД); 2. НШ+УД+ фитомасса (ФМ); 3. НШ - контроль (вариант без обработки). Мониторинг дыхательной активности нативной микрофлоры нефтешлама выявил двукратное увеличение этого параметра в присутствии удобрений по сравнению с контролем, и примерно трехкратное - в случае совместного применения удобрений и фитомассы. В отношении убыли органических загрязнений нефтешлама наилучший результат также достигнут в варианте с фитомассой: убыль низкомолекулярных соединений нефтешлама, летучих с паром, составила около 80%, нефтяных углеводородов, экстрагируемых хлороформом - 30%. Токсичность водного экстракта нефтешлама в конце эксперимента находилась примерно на одном уровне во всех трех вариантах опыта, в свою очередь токсичность самих образцов (непосредственный контакт с нефтешламом), оцененная в тесте на прорастание семян и рост высших растений, была примерно на 20% ниже в варианте с фитомассой, что, вероятно, связано с улучшением структуры и воздушного режима нефтешлама.

Таким образом, растительная масса, которую периодически скашивают на территории очистных сооружений, представляет собой дешевый возобновляемый ресурс и может применяться как на поверхности шлама с целью защиты атмосферы, так и смешиваться с ним с целью активизации процессов самоочищения.

## МЕХАНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ ЭЛАСТОМЕРОВ

Дружакина О.П., Денисов В.А.

Институт прикладной механики Уральского отделения РАН, Ижевск, Россия

Утилизация отходов синтетических эластомеров методом их механического измельчения в последние годы получила большое развитие, т.к. данный способ переработки позволяет получать конечный продукт с заданными конечными свойствами, улучшенными эксплуатационными характеристиками. Однако, большинство современных технологий по измельчению ориентировано на минимизацию конечного продукта и, как следствие, сокращение площадей - мест хранения отходов.

Разработана технология механической переработки техногенных образований, особенно неомогенного состава, позволяющая получать конечные продукты, используемые в качестве вторичных материальных ресурсов.

Технология, разработанная на основе универсальных мельниц, апробирована на переработке неомогенных полимерных отходов производства линолеума ПВХ с целью получения синтетического утеплителя. Механическая переработка материала методом многоступенчатого измельчения, реализованного в мельнице, не изменяет его химических свойств. При измельчении образуется материал с высоко развитой вновь образованной поверхностью, что отражается в первую очередь на его физико-механических показателях.

Результаты промышленных испытаний нового механо-технологического способа утилизации отходов синтетических эластомеров позволили сделать следующие выводы:

- основным параметром (критерием оптимизации) механической переработки синтетических эластомеров является однородность частиц конечного продукта по геометрическим размерам;
- высокие теплофизические характеристики переработанных эластомеров (на примере отходов линолеума ПВХ) определяют размеры частиц 3...5 мм, имеющие шаровидную форму;
- волокнистые синтетические эластомеры и отходы их производства имеют резко выраженную зависимость коэффициента теплопроводности от толщины волокон. Определено повышение коэффициента теплопроводности минеральной ваты в функции толщины волокна.

Таблица 1.

Наименование показателя ГОСТ 4640-93	Значение для ваты вида	
	ВМСТ	ВМТ
Средний диаметр волокна, мкм	от 0,5 до 3 вкл.	св. 3 до 6 вкл.
Содержание неволокнистых включений размером св. 0,25 мм, % по массе, не более	5	8
Плотность под удельной нагрузкой ( $98 \pm 1,5$ ) Па, кг/м <sup>3</sup> , не более	35	50
Теплопроводность при температуре ( $25 \pm 5$ ) °С, Вт/(м · °К), не более	0,041	0,041
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2	2

Особенностью предлагаемой технологии является не просто механическое измельчение материала, а одновременное разрыхление его волокнистой подосновы, что определяет степень развития и активности поверхности конечного продукта, улучшение его теплоизоляционных свойств и возможность применения в качестве утеплителя. Одновременно отсутствует необходимость разделения исходного материала на составные компоненты - ПВХ пленку и волокнистую подложку, поскольку их одновременное измельчение определяет наличие нескольких видов контактов частиц каркаса материала, а следовательно, улучшить теплоизоляционные свойства продукта.

## МОДЕЛЬ КОНТАМИНАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АНАЛОГИИ

Рядинский В.Ю., Ким Е.В.

Технопарк Тюменского государственного университета, Тюмень, Россия

Зачастую аналитическое исследование химической контаминации (загрязнения) объектов вопрос очень трудоемкий, а порой и невыполнимый, поэтому наряду с аналитическими методами необходимо применять при расчете контаминационных "химических полей" численные методы. Преимущества численных методов заключается в том, что они позволяют получить искомый результат с учетом реальных значений коэффициентов переноса, диффузии и геометрии тел.

Сущность метода электрохимической аналогии (ЭХА) или иначе - метод эквивалентных химических схем, основан на аналогии математической записи двух разных физических явлений: химической диффузии, массопереноса и электропроводности.

В методе ЭХА система с непрерывно распределенными параметрами заменяется эквивалентной схемой однородных тел (узлов), между которыми устанавливаются сосредоточенные связи. То есть, фактически, составляется эквивалентная, расчет которой может быть произведен с помощью таких хорошо применяемых в электротехнике методов как метод контурных токов, эквивалентного генератора, узловых напряжений. Для этих методов разработаны формализованные правила составления матриц исходных данных, что позволяет при расчетах использовать вычислительную технику.

Источником контаминантов является содержимое шламового амбара, обладающее определенным химическим контаминационным потенциалом (ХКП). ХКП является функцией, зависящей от суммарного химического потенциала загрязняющих веществ, проникающей способности носителя, и прочих факторов (разности гидростатических давлений, температуры) (формула 1).

Таким образом, расчетный модуль представляет собой пластину, загрязняемую отходом. На определенном расстоянии от источника контаминации находится объект водоохранной зоны, имеющий свой определенный ХКП. Путь от источника контаминации к объекту, проводя аналогию с электричеством, можно представить как участок цепи с определенным сопротивлением распространению контаминации, а также способностью изменять значение ХКП. В виду того, что разница значений ХКП источника и объекта химической контаминации является ненулевой, возникает ток химических контаминантов на участке цепи.

Принимая во внимание все перечисленные факторы, определение значения пространственно-временных характеристик химического контаминационного поля сводится к решению обобщенного уравнения (формула 2).

$$\Phi = f(\sum \mu, \xi, \Delta p, T) \quad (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} = - \sum_{i=1}^n \left[ \left( \frac{\partial \Phi_i}{\partial x} + \frac{\partial \Phi_i}{\partial y} + \frac{\partial \Phi_i}{\partial z} \right) \cdot \frac{1}{P_i} - D_i \right] \quad (2)$$

где:

N - величина экологической напряженности химического контаминационного поля;

Φ - химический контаминационный потенциал,

Ñ - сопротивление участка цепи,

D - величина, характеризующая ассимиляционный потенциал системы.

Для решения уравнения химические цепи необходимо представить в виде, графа химической схемы (рис. 1), что дает возможность составить матрицы, необходимые для расчета химической модели химической контаминации.

Решение системы узловых уравнений в матричной форме имеет вид (формула 3).

$$\Phi = -(A\Omega A^t)^{-1} A(\Omega N + Y) \quad (3)$$

где, Y - величина химического контаминационного потока цепи,

Ω - диагональная матрица проводимости.

Зная значения ХКП в момент времени δ можно определить ХКП каждого узла в момент времени τ + Δτ. При этом в начальный момент времени к внутренним узлам элементов экрана подключается интенсивность Φ<sub>0</sub>, с внутренней проводимостью Ω<sub>0</sub>. таким образом, матрицы уравнения (формула 3) будут иметь вид (формула 4, 5)



$$A\Omega A = \begin{vmatrix} \Omega_{11} + \Omega_0 & \Omega_{12} & \dots & \Omega_{1,q-1} \\ \Omega_{21} & \Omega_{22} + \Omega_0 & \dots & \Omega_{2,q-1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \Omega_{q-1,1} & \Omega_{q-1,2} & \dots & \Omega_{q-1,q-1} + \Omega_0 \end{vmatrix}; \quad (4)$$

$$-A\Omega N + AY = \begin{vmatrix} Y_{11} + \Omega_0(\Phi_{1,\tau-\Delta\tau} - \Phi_B) \\ Y_{22} + \Omega_0(\Phi_{2,\tau-\Delta\tau} - \Phi_B) \\ \dots \\ Y_{q-1,q-1} + \Omega_0(\Phi_{q-1,\tau-\Delta\tau} - \Phi_B) \end{vmatrix}; \quad (5)$$

Решая уравнения в матричной форме (формула 3), находится значение ХКП с учетом нестационарности химического контаминационного поля.

Величину экологической напряженности химического контаминационного поля между двумя точками можно найти по формуле 6.

$$\Delta N = \frac{\langle \Phi \rangle}{\sqrt{(x - x_\infty)^2 + (y - y_\infty)^2 + (z - z_\infty)^2}} \cdot \langle \Omega \rangle \Delta t \quad (6)$$

где:

$\Delta N$  - величина экологической напряженности химического контаминационного поля,

$\langle \Phi \rangle$  - ХКП в матричной форме,

$\langle \Omega \rangle$  - проводимость химической контаминационной цепи в матричной форме,

$x, y, z$  и  $x_\infty, y_\infty, z_\infty$  - координаты источника и объекта химической контаминационной цепи,

$\Delta t$  - время от начала воздействия.

Уравнение решается и в обратную сторону и может быть использовано для нахождения момента времени, в которой в определенной точке значение концентрации химических контаминантов превысит значение ПДК.

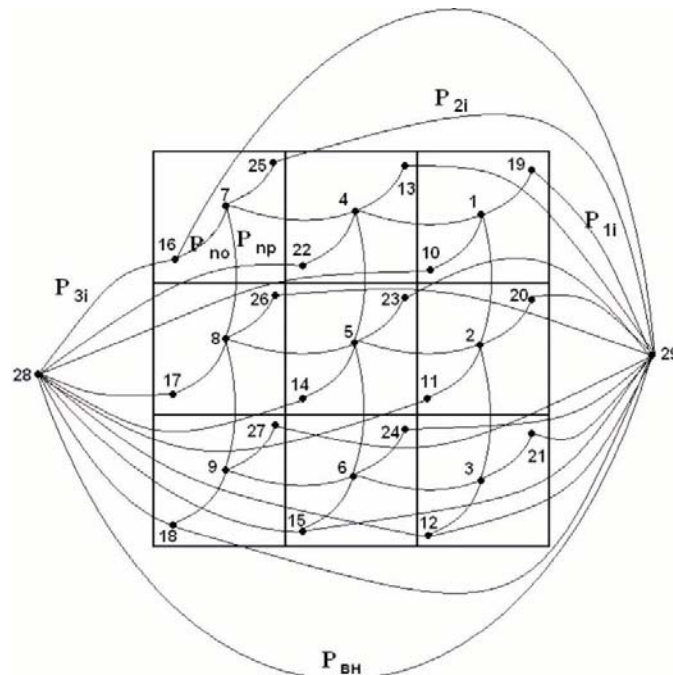


Рис. 1.

## **ОПЫТ СОЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ**

Белозеров Д.С.

Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия

Существующие на сегодняшний день пункты приема и переработки нефтесодержащих отходов на территории Пермского края расположены в непосредственной близости от производственных объектов предприятий нефтедобычи, что является неприемлемым с точки зрения экологических и техногенных рисков.

Для снижения экологических рисков утилизации нефтесодержащих отходов необходимо создание комплексной системы их обезвреживания, включая выбор оптимальных технологий восстановления загрязненных почв и утилизации нефтесодержащих отходов, обоснование мощностей и оптимизацию мест размещения технологических комплексов по приему и комплексному обезвреживанию нефтесодержащих отходов.

Задача разработки схемы размещения комплексов по приему и комплексной переработке нефтесодержащих отходов решается в несколько этапов:

1. за источники образования нефтесодержащих отходов принимаются:
  - технологические объекты на территориях ЦДНГ;
  - сеть промысловых трубопроводов и прогнозируемые места возникновения нештатных ситуаций, сопровождающихся проливами нефти на грунт;
2. определение количества образующихся на источниках отходов:
  - для технологических объектов - отдельно по видам образующихся нефтесодержащих отходов;
  - для сети трубопроводов - прогнозируемое количество нефтезагрязненных грунтов;
3. выбор районов расположения технологических комплексов с учетом количества и мест образования нефтесодержащих отходов;
4. уточнение месторасположения технологического комплекса с учетом требований технологической и экологической безопасности;
5. разработка оптимальной схемы доставки нефтесодержащих отходов на комплекс с учетом сокращения затрат на транспортировку.

При этом оптимизационная задача решалась с учетом, что на территории края уже расположены и работают технологические комплексы и технологические площадки по переработке нефтесодержащих отходов.

Основными критериями, определяющими выбор мест для расположения технологических комплексов по приему и комплексной переработки нефтесодержащих отходов, являются:

- расположение комплексов в районах, где образуется наибольшее количество нефтесодержащих отходов;
- транспортная доступность к объектам нефтедобычи и первичной подготовки нефти (источникам образования отходов);
- близость к объектам, потребляющим продукты переработки отходов;
- обеспеченность электроэнергией, теплом, связью, технологической и питьевой водой, системами водоотведения и водоочистки;
- расстояние от объектов нефтедобычи не менее 1 км.

Оптимальным является расположение комплексов по переработке нефтесодержащих отходов в непосредственной близости от существующих мест переработки и захоронения отходов (существующие технологические комплексы по переработке нефтеотходов, технологические площадки микробиологической ремедиации и полигоны захоронения твердых бытовых отходов и промышленных отходов).

Оптимальное количество технологических комплексов, которое необходимо для переработки нефтесодержащих отходов, образующихся на объектах нефтедобывающего предприятия Пермского края, определялось из соотношения затрат на транспортировку нефтесодержащих отходов и затрат на строительство технологических комплексов.

На карте области были определены центры образования нефтесодержащих отходов, от которых определялись минимальные расстояния до предполагаемых мест размещения комплексов по переработке отходов. На основании проведенных расчетов определялись затраты на транспортировку отходов от мест образования до комплексов по их переработке.

Затраты на строительство технологических комплексов определялось на основании сметной документации по проектам строительства пунктов переработки нефтесодержащих отходов.

Оптимальное количество технологических комплексов определялось на пересечении функций затрат на транспортировку нефтесодержащих отходов и затрат на строительство технологических комплексов.

С целью оптимизации затрат на доставку нефтесодержащих отходов на технологические комплексы по приему и переработке нефтесодержащих отходов, определены зоны обслуживания каждого технологического комплекса. Зоны обслуживания определялись на основании, что на комплекс доставляются нефтесодержащие отходы, образующиеся на технологических объектах нефтедобывающих предприятий при

проведении регламентных работ и нефтезагрязненные грунты, образующиеся при аварийных порывах нефтепроводов.

Алгоритм формирования зон обслуживания технологических комплексов основывался на постановке и решении задач транспортной логистики.

В результате была разработана математическая модель повышения эколого-экономической эффективности региональной транспортно-технологической схемы движения и переработки нефтесодержащих отходов. Определены оптимальное количество технологических комплексов по переработке нефтесодержащих отходов на территории Пермского края, рассчитаны мощности технологических комплексов, проведено зонирование территории Пермского края, выделены зоны обслуживания каждого технологического комплекса.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИРОЛИЗА ОТРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

Петренко Т.В., Новичков Ю.А., Хазипова В.В.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, Макеевка, Украина

Позднякова Е.И.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

В настоящее время все развитые страны мира с интенсивной автомобилизацией столкнулись с крайне сложной проблемой - накоплением исчерпавших свой рабочий ресурс автомобильных шин. Рост количества и интенсивности эксплуатации транспорта на резиновом ходу, как в быту, так и в промышленности, привел к появлению большого количества отработанных шин. Указанные отходы являются одним из основных видов загрязнителей окружающей среды, они специфичны, так как не подвергаются гниению, саморазрушению, аккумулируются, занимая земельные площади, загрязняя населенные пункты, водоемы, лесонасаждения. При сжигании они выделяют ядовитые газы, на свалках являются благоприятной средой для жизнедеятельности грызунов, насекомых.

В тоже время изношенные шины являются источником ценного углеводородного сырья, лома легированной стали и текстильного материала в виде натуральных и синтетических волокон. Поэтому проблема утилизации изношенных шин и других амортизированных резинотехнических изделий актуальна с экологической и экономической сторон.

С учетом этого во всем мире ведутся исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию совершенных способов рециклинга изношенных шин - многотоннажного, компактного источника вторичного сырья.

Среди многочисленных предлагаемых решений можно назвать и сжигание шин как топлива в печах производства цемента, и трансформирование шинной резины в метанол и пылеподобную сажу, и механическое измельчение шин с последующим выделением металлического корда. Однако каждый из этих способов имеет свои недостатки, не дающие возможности широкого их внедрения. Технологии же переработки шинной резины должны обеспечивать:

- высокую экологическую безопасность процесса;
- утилизацию отходов непосредственно на месте их накопления;
- низкую энергоемкость процесса;
- безотходный технологический процесс;
- получение продуктов, имеющих коммерческую ценность.

Решение комплекса этих проблем возможно за счет использования пиролитической переработки отработанных шин, в результате которой образуется ряд полезных полупродуктов и энергоносителей. Такая переработка в последнее время все больше интересует исследователей во всем мире, однако процесс пиролиза органического вещества очень сложен, от условий его проведения зависит как выход продуктов, так и их ассортимент, и химический состав. Поэтому, варьируя условия пиролиза, можно получить тот или иной набор продуктов, среди которых основными являются газовая смесь, горючая жидкость и твердый углеродистый остаток. Все три компонента являются ценным вторичным сырьем, которое может использоваться в качестве альтернативного топлива. Твердый углеродистый остаток после дополнительной обработки может быть использован также как высокоэффективный сорбент.

Всем этим требованиям соответствует разработанная нами технология, в основу которой положен способ сухого бескислородного низкотемпературного пиролиза с образованием многокомпонентной парогазовой смеси и твердого остатка.

Методом термogrавиметрии в тигле без свободного доступа воздуха к образцу определен температурный интервал разложения резины автопокрышек. Термическое разложение начинается при 260°C, максимумы разложения - в области 375...400°C и завершается процесс при температуре 525°C.

Оптимизацию параметров процесса реализовали в лабораторном реакторе с предварительно измельченным сырьем. Выход продуктов пиролиза по результатам 4-х опытов составляет:

1. Газ - 7,6-8,0%.
2. Смола + вода - 60,0 - 61,0%.
3. Твердый остаток - 31,0 - 32,6%.

Смола пиролиза - это темно-коричневая жидкость с содержанием воды 2-2,5%, которая не отслаивается после длительного отстаивания. Для нее определены следующие параметры:

- Температура начала кипения - 175°C.
- Теплота сгорания - 31 МДж/кг.
- Содержание алифатических соединений - 3,5%.
- Содержание ароматических соединений - 95%.
- Содержание серы - 1,1%.
- Твердый остаток - это хрупкая углеродная масса со следующими параметрами:
- Содержание серы - 2,1%;
- Теплота сгорания - 23,5 МДж/кг;

- Зольность - 7,7%.

Такие же результаты дает и пиролиз целых шин, есть уже и установки, которые работают с разными параметрами, но получаемые продукты некондиционны. Пиролизная жидкость не может быть товарным продуктом, как и углеродистый остаток. Жидкость больше напоминает смолу, она имеет очень неприятный запах и не может быть использована ни как моторное, ни как печное топливо. Углеродистый же остаток имеет очень слабо развитую поверхность, чтобы служить высокоэффективным сорбентом.

Нами проведены исследования по очистке пиролизной жидкости, в результате которых получены две фракции светлых нефтепродуктов: одна с температурой кипения в интервале 77-120°C, соответствующая бензиновой фракции в процессе перегонки нефти; вторая - с температурой кипения в интервале 150-360°C, которая подобна керосиновой фракции в смеси с соляровыми маслами, получаемой при перегонке нефти. Большую часть легкой фракции составляет бензол и его низшие гомологи, большую же часть тяжелой фракции - более высокомолекулярная ароматика (высшие гомологи бензола, нафтены). В процессе очистки образуется около 15% кубового остатка, в состав которого входит тяжелая многоядерная ароматика. Полученные фракции совершенно свободны от резкого неприятного запаха, присущего исходной пиролизной жидкости, и вполне пригодны к использованию в качестве альтернативных видов жидкого топлива.

Полученный твердый углеродистый остаток - это макропористый уголь, в котором макропоры и переходные структуры отсутствуют или же блокируются продуктами разложения летучих веществ. Такой уголь имеет низкую сорбционную емкость и только при доактивации этого карбонизированного материала можно получить активный уголь с высокой сорбционной емкостью.

Активацию образованного после пиролиза остатка проводили с помощью водяного пара в лабораторном реакторе с кипящим слоем. При активации водяным паром увеличение удельной поверхности карбонизата наблюдалось при повышении температуры более 500°C. При 600°C размер поверхности составлял до 310 м<sup>2</sup>/г, а при 700°C - до 570 м<sup>2</sup>/г. Адсорбционный объем пор составлял соответственно 0,36 и 0,49 см<sup>3</sup>/г. Угольный сорбент, полученный из пиролизного остатка, имеет объем микропор не более чем 0,25...0,30 см<sup>3</sup>/г, удельная поверхность составляет 600...700 м<sup>2</sup>/г. Развитая переходная пористость активного угля из углеродистого остатка объясняется содержанием в карбонизате большого количества летучих кислородных соединений.

Таким образом, продукты пиролиза шинной резины после дополнительной их обработки можно с успехом использовать в качестве топливных ресурсов и активных сорбентов.

## ПИРОЛИЗНАЯ УТИЛИЗАЦИЯ НЕФТЕШЛАМОВ

Фетисов Д.Д., Шантарин В.Д.

Тюменский государственный нефтегазовый университет, Тюмень, Россия

В работе представлена принципиальная схема установки для утилизации нефтешламов.

Углеродсодержащие отходы (шламы) доставляются к месту расположения установки. После предварительной сортировки (удаление кусков размером более 20 мм, металлических включений, стекла, полимеров и резины) они загружаются в приемный бункер 3.

Процесс утилизации целиком осуществляется внутри установки. Первоначально утилизируемый материал подается в приемный (загрузочный), бункер (предусмотрено верхнее заполнение).

Равномерная подача утилизируемого материала в реактор 5 производится винтовым конвейером 4, приводимым в движение электрическим двигателем 1 через редуктор 2. Поступающая в реактор масса, подхватывается воздушным потоком, создаваемым сжатым воздухом, подаваемым компрессорными установками 17.

Распределение сжатого воздуха по объему реактора производится воздушораспределительным устройством 18 через форсунки 14, расположенным по внешней образующей пиролизной камеры, и по воздухо-проводящим каналам инжектора 6, подключенными воздухопроводами к управляющим кранам распределительного устройства.

Воздушно-шламовая смесь движется по реактору, проходя через высокотемпературные зоны, создаваемые электрическими дугами, возникающими между двумя парами графитовых электродов 15, заключенных в металлическую оболочку, которые подключены к выводам понижающего трансформатора 16. Регулировка электрической дуги осуществляется вручную приводным устройством.

При попадании в первую высокотемпературную зону происходит разогрев шламо-воздушной смеси и частичное сжигание.

В дальнейшем смесь поступает во вторую высокотемпературную зону, где происходит окончательный процесс сгорания смеси, на которое идет оставшийся кислород подаваемого в реактор воздуха, и окончательная газификация органической составляющей.

Образующиеся в процессе утилизации смесь горючего газа и твердых частиц минеральных компонентов шлама через инжектор 6 подается в камеру дожигания, куда также подается сжатый воздух через инжекторные каналы. При этом происходит полное сгорание пиролизного газа и возникает избыточное давление в камере дожигания, которое обеспечивает выброс минеральной составляющей дымовых газов по отводящим патрубкам в первый циклон 8.

Минеральный остаток через нижнюю конусную часть циклона ссыпается в закрытый разгрузочный канал 12 и выносится в отвал воздушным потоком, создаваемым осевым вентилятором разгрузки 13. А дымовые газы подаются по отводящему патрубку во второй циклон 8, где и производится окончательное отделение твердой фазы, которая также через разгрузочный канал 12 выносится в отвал.

Дымовые газы из второго циклона поступают в нейтрализатор 9, за счет разряжения, создаваемого дымососом 10. В нейтрализаторе происходит очистка газов от соединений серы.

После очистки дымовые газы через дымовую трубу 11 выбрасываются в атмосферу.

Параметры технологического режима переработки отходов представлены в таблице.

Таблица. Технические данные и характеристики установки  
(виды отходов: замазученный грунт, нефтешлам, нефтешлам прошлых лет).

Производительность установки	м <sup>3</sup> /год	2000
Часовая производительность установки	м <sup>3</sup> /ч	1,0
Состав отходов, %: нефть, вода, мин.вещ.	12-15,5-10,75-83	
Численность обслуживающего персонала	человек/смена	2
Установленная мощность	кВт	90
Напряжение питания силовой цепи	В	220/380±10%
Температура пиролиза	°С	1400-1730
Масса установки	т	7
Габаритные размеры (мм):	8000x2400x2500	
Объем реактора	м <sup>3</sup>	0,043

Производительность установки зависит от содержания углеводов в нефтешламах и нефтезагрязненных землях, например, при 10% (вес) твердой фазы производительность установки будет 0,1 м<sup>3</sup>/час, а при 90-1,2 м<sup>3</sup>/час.

Результаты работы могут быть использованы в областях и районах экологических бедствий, поскольку предлагается ликвидация любых органических отходов, например, нефтешламов и разлившейся нефти путем перевода их в углеводороды нефтяного ряда.

Перспективность новой технологии определяется возможностью решать экологические проблемы, связанные с накоплением и хранением отходов, содержащих горючие материалы, и экологически безопасного производства энергоносителей.

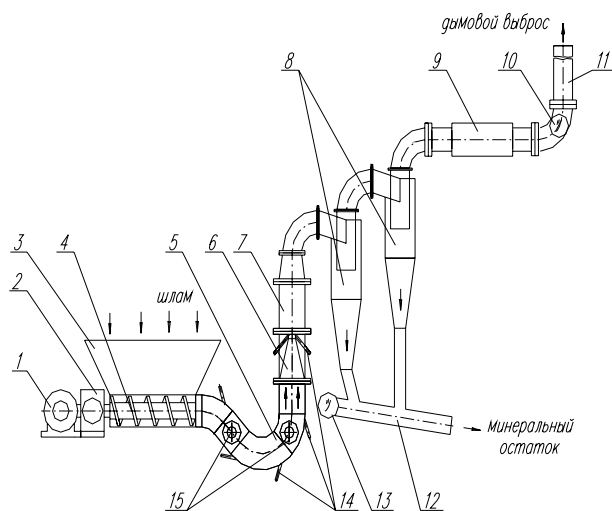


Рис. Принципиальная схема установки для утилизации нефтешламов:

- 1 - электродвигатель; 2 - редуктор; 3 - бункер загрузочный; 4 - конвейер винтовой; 5 - камера пиролизная; 6 - инжектор; 7 - камера дожигания; 8 - циклоны; 9 - нейтрализатор; 10 - дымосос; 11 - труба дымовая; 12 - канал разгрузочный; 13 - вентилятор разгрузки; 14 - форсунки воздухо-подающие; 15 - электроды

## ПОЛИМЕРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ САМОРАЗРУШАЮЩИХСЯ ПЛЕНОК СЕЗОННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Курочкина Г.Н., Пинский Д.Л.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия

Разработка и внедрение природоохранных технологий является радикальным решением вопросов охраны окружающей среды от загрязнения токсичными и трудноразлагаемыми отходами производственной и бытовой деятельности человека. К числу таких отходов относятся различные синтетические полимерные пленки, полученные на основе полиэтилена, полипропилена и т.д., используемые в промышленности, в сельском хозяйстве и быту. Они попадают в биосферу - воду и почву и медленно, в течение длительного времени разрушаются в ней, загрязняя окружающую среду токсичными веществами, угрожая здоровью людей. В связи с этим, создание технологий для получения новых синтетических пленочных материалов, саморазрушающихся и биodeградирующих под влиянием природных факторов и на основе экологически безопасных компонентов является, несомненно, важной и актуальной задачей.

Цель данной работы - разработка технологии производства новых полимерных материалов, в частности, деградирующих пленок сезонного использования. Нами разработаны составы полимерных композиций и способ получения на их основе защитных деградирующих пленок сезонного использования, гидролизующихся в почве после окончания вегетационного периода растений. Композиции саморазрушающихся пленок включают карбамидформальдегидную смолу, модифицирующую добавку, пластификатор, отвердитель и полимер. Составы наполненных полимерных композиций для получения конструкционного материала дополнительно включают наполнитель. Следовательно, в зависимости от назначения полимерные композиции могут быть получены в двух видах: пленочные - без наполнителя и в виде конструкционного материала - с наполнителем.

Получаемые пленки оптимального состава обладают повышенной эластичностью (до 70%) и достаточной прочностью - 5-6 МПа в начальном состоянии (табл.). При выдерживании ее в грунте при 100%-ной влажности в различные сроки 1, 3, 6, 12 месяцев свойства ее резко изменяются в зависимости от времени выдерживания. Так от 1 до 3 месяцев эластичность и прочность снижаются незначительно. Однако к 6 месяцам наступает резкий перелом в изменении свойств, в частности, эластичность и прочность падают в десятки раз, а к 12 месяцам пленки полностью гидролизуются, разрушаются, и установить их свойства невозможно. Следовательно, пленки оптимального состава приобретают способность к саморазрушению в определенный срок выдерживания во влажном грунте. Приведем пример исследования физико-механических свойств деградирующих пленок (толщина пленки - 1 мм).

Таблица. Физико-механические свойства полимерных деградирующих пленок.

	Относительное удлинение при разрыве, %	Разрушающее напряжение при растяжении, МПа
Начальное	70-75	5,4-5,5
При выдерживании образцов во влажном грунте (100%-ная влажность):		
1 месяц	62-68	5,2-5,4
3 месяц	50-52	5,0-5,2
6 месяцев	2,0-2,5	0,062-0,065
12 месяцев	Пленка разрушается	Пленка разрушается

Пленка может быть получена распылением раствора непосредственно на почву или растения как ручным, так и механизированным способом. Для нанесения мульчирующей пленки на грунты с ранними посевами (для достижения парникового эффекта) разработана технология механизированного нанесения защитного покрытия в полевых условиях. Полученные композиции могут быть использованы в сельском хозяйстве для получения пленок при защите семян от заморозков и бактерий, а наполненные композиции - при изготовлении горшочков для рассады, при формировании трубок сезонного использования в подпочвенном орошении (в мелиорации) с целью экономии расхода воды (на багарных почвах, горных склонах). При гидролизе полученного материала в течение вегетационного периода роста растений он будет служить дополнительным удобрением для растений.

Таким образом, разработанная технология получения деградирующих пленок и композиционных материалов с регулируемой во времени растворимостью позволяет получать саморазрушающиеся в почве материалы, что способствует решению проблемы экономии расхода воды (пример водосберегающих технологий) и улучшению экологического состояния окружающей среды.



## ПОЛУЧЕНИЕ "ПОЧВОГРУНТА" И "ТЕХНОГРУНТА" ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Жилинская Я.А., Кортаев В.Н., Вайсман Я.И.  
Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия  
Фусс В.А., Дорофеев А.А.  
ООО "Природа-Пермь", Пермь, Россия

Отходы производства и потребления обладают достаточно высоким товарным, материальным и энергетическим потенциалом. В мировой практике отходы используются в качестве вторичного сырья для получения продукции, а также как энергетический ресурс.

Однако, эффективность использования отходов составляет 10-50%, т.е. 50-90% отходов, которые были подвергнуты переработке, сохраняют статус отхода, и подлежат захоронению на полигоне. Научной, технической, экологической и экономической проработки требует вопрос использования не утилизируемой части отходов, с целью наиболее полной реализации ресурсного потенциала отходов производства и потребления.

Разработан научно-методический подход, позволяющий решить двуединую задачу:

- 1) максимальное использование ресурсного потенциала отходов,
- 2) создание такой схемы обращения с отходами, которая исключает образование новых отходов в результате переработки.

Для решения этой задачи используются следующие инструменты:

1) Методические подходы, заключающиеся в совместном использовании биологического и материального потенциала отходов для получения продуктов, находящихся применение в народном хозяйстве. В основу этого закладывается определение экологических, санитарных и технических критериев использования получаемых продуктов.

2) Технологические подходы, заключающиеся в выборе технологий переработки отходов, например механо-биологическая обработка для твердых бытовых отходов (ТБО) и микробиологическая ремедиация (МБР) для твердых нефтесодержащих отходов (ТНСО).

3) Нормативно-техническая база, заключающаяся в разработке технических условий (ТУ) и технологической документации на полученные материалы, позволяющие придать им официальный статус продукта, т.е. вывести из сферы обращения с отходами, таким образом, завершив жизненный цикл исходных отходов, реализуя безотходную технологию.

Например, для организации ООО "Природа-Пермь" в г. Перми разработан комплект технической документации по переработке ТНСО, включающий ТУ на продукты МБР - "Почвогрунт-М" марки НП-0,1, марки НП-2 и марки НП-3. Разработаны критерии, в соответствии с которыми осуществляется переработка отходов и использование полученных продуктов (табл. 1).

Разработанный комплект технической документации по переработке ТНСО, и применению полученных материалов, позволит осуществлять переработку отходов с использованием экологически и экономически целесообразных технологий с целью их вовлечения в ресурсооборот, и применять полученные материалы в народном хозяйстве, максимально используя ресурсный потенциал отходов, образующихся в процессе эксплуатации нефтяных месторождений.

Таблица 1. Критерии использования материала "Почвогрунт-М", позволяющие использовать его для биологической рекультивации.

Наименование показателя	Значения для марок МР "Почвогрунт-М"	
	НП-0,1	НП-2
рН	5,5 - 8,2	5,5 - 8,2
Содержание тяжелых фракций нефтепродуктов С25 и выше (не более), мг/кг	1000	20000
Содержание хлоридов (не более), %	5,0	5,0
ХПК (не более), мг/л	300	300
Тяжелые металлы (не более), мг/кг	ПДКП	ПДКП
Бенз(а)пирен (не более), мг/кг	0,02	0,02
Сумма токсичных солей (не более), % в водной вытяжке	0,2	0,2
Алюминий подвижный (не более), мг/100 г	3,0	3,0
Натрий (не более), % от емкости поглощения	5,0	5,0
Гумус (не менее), %	2,0	2,0
Сумма фракций менее 0,01 мм, %	10-75	10-75
Влажность (не более), %	85,0	85,0

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОЙ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕДОБЫЧИ**

Ручкинова О.И., Мелехин А.Г.

Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия

Выполненный анализ состояния проблемы обращения с твердыми нефтеотходами позволил отнести проблему утилизации асфальто-смоло-парафиновых (АСПО) отложений к приоритетному направлению наших исследований. Отложения представляют собой сложную смесь высокомолекулярных соединений, преимущественно асфальто-смоло-парафиновых с неорганическими включениями. АСПО в скважинах и системах сбора нефти в среднем содержат, %: парафины 12-86, смолы 0,8-20, асфальтены 0,3-45, масла 6,5-50 и механические примеси 0-7.

Повсеместный характер и значительные объемы образования, высокий ресурсный потенциал, состав и свойства АСПО, высокое содержание компонентов, обладающих полезными свойствами, определяют возможность переработки отложений в востребованные обществом продукты.

В результате проведенных исследований нами разработаны четыре ресурсосберегающие технологии утилизации АСПО:

1. Разработана технология применения органоминерального гидроизоляционного материала на основе АСПО, (мас. %: глина 45-50, песок 15-20, известь 10-15, АСПО 20-25), включающая: конструкцию и технологию сооружения защитного экрана из материала. Разработаны технические условия на этот материал ТУ 5775-105-02069065-2000. Предложенные технические решения реализованы при разработке ТЭО проектирования опытного участка эксплуатируемого полигона ТБО "Гора Ермашева" Пермского района Пермской области. Применение предлагаемого материала обеспечивает снижение себестоимости строительства экрана в 2,74 раза в сравнении полиэтиленовой пленкой высокого давления.

2. Разработана ресурсосберегающая технология утилизации АСПО в составе полимерорганических материалов:

- гидроизоляционного (патент РФ № 2211817);
- мастики и технические условия на эти материалы (ТУ 02 5893-001-02069065-2004).

Разработаны конструктивные решения, технологические схемы устройства защитного экрана и кровли из новых материалов. Использование новых материалов снижает себестоимость 1 м<sup>2</sup>: защитного экрана в 5 раз (по сравнению с асфальтобетонным), кровли в 2,7 раза (по сравнению с полимербитумной мастикой). Новый материал использования для гидроизоляции строительных конструкций промышленного здания автоцентра в г. Перми на ООО "Сатурн-Р". Экономический эффект от внедрения составил 106,2 тыс. руб.

3. Разработана технология утилизации АСПО в производстве новой углеводородной консервационной смазки. Смазка состава, мас. %: АСПО 80-90, петролатум 10-20, присадка МНИ-7 - 1 (патент РФ 2238301) обеспечивает высокие эксплуатационные характеристики. Разработана технология получения этой смазки, технические условия ТУ 02 5463-002-02069065-2004 "Смазка консервационная на основе АСПО", технологическая схема подготовки АСПО. Применение АСПО обеспечивает снижение расхода товарного сырья на 0,85 т/т смазки, уменьшение его стоимости в 3,6 раза в сравнении с пушечной смазкой при равных показателях качества.

4. Разработана новая ресурсосберегающая технология утилизации АСПО в технологии брикетирования с каменным углем. Разработан состав нового топливного брикета, мас. %: АСПО 72-78, уголь марки Г 22-28, обеспечивающий высокие потребительские свойства (патент РФ 2237082). Разработаны технические условия ТУ 03 2090-003-02069065-2004 "Брикетированное топливо на основе АСПО". Замена традиционного нефтесвязующего на АСПО экономит расход битума в количестве 0,08 т/т брикетов, а также снижает стоимость сырья для 1 тонны брикетов в 1,4 раза.

## СКЛАДИРОВАНИЕ ОТХОДОВ БУРЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Безродный Ю.Г., Новикова В.В.  
ООО "ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть", Волгоград, Россия

При строительстве скважин на суше складирование отходов бурения (ОБ) осуществляют преимущественно непосредственно на территории буровой площадки в земляных амбарах-накопителях ОБ.

При проектировании и строительстве земляных амбаров-накопителей ОБ основным требованием природоохранных органов является предотвращение загрязнения подземных вод (ПВ) при заполнении амбаров жидкими ОБ.

Из шести основных проблем жизнеобеспечения первое место занимает дефицит пресной воды. В связи с этим основными принято считать мероприятия профилактического характера, предупреждающие возможность загрязнения ПВ. Эта задача обычно достигается путем выбора мест расположения накопителей отходов производства и с помощью различных дренажных и противодиффузионных устройств. Однако скважины ограничены в выборе используемых земель, так как добыча нефти приурочена к местам ее залегания, а возможности наклонно-направленного и горизонтального бурения в этом отношении незначительны.

Эксплуатация земляных амбаров-накопителей отходов ограничивается соблюдением величины коэффициента фильтрации экрана, предусмотренной требованиями нормативных документов в зависимости от токсичности складированных ОБ.

Ситуация кардинально изменяется при строительстве скважин на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), например, в заказнике, на территории которого с апреля по октябрь обитают "краснокнижные" птицы.

Проектная продолжительность строительства скважины глубиной 6200 м составляет более трех с половиной лет, т.е. как минимум трижды в районе буровых работ с ранней весны и до самой осени будут обитать "краснокнижные" птицы.

Площадка для бурения скважины расположена в благоприятных гидрогеологических условиях и выбор амбарного метода сбора ОБ с гидрогеологической точки зрения обоснован.

Тем не менее, одним из основных требований государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) являются консервация бурения в период сезонного обитания "краснокнижных" птиц или использование "безамбарного" метода сбора ОБ даже при наличии благоприятных гидрогеологических условий. Однако "безамбарный" метод предусматривает применение сложного и дорогостоящего оборудования и соответствующего обслуживания. Кроме этого, ОБ, собранные на территории буровой площадки в контейнерах, периодически должны вывозиться специальным автотранспортом на централизованный полигон для обезвреживания и захоронения отходов.

Отсутствие централизованного полигона для сбора, обезвреживания и захоронения отходов, а также неизбежные потери (разливы) жидких ОБ в пути следования к накопителю в сочетании с низкой экологической культурой обслуживающего персонала ставят под сомнение экологическую безопасность такого метода. В то же время складированные в амбаре-накопителе ОБ с плавающей на их поверхности пленкой нефти являются потенциальным источником загрязнения атмосферного воздуха и ПВ, а также представляют опасность для обитающих в районе строительства скважины птиц.

Приостановка строительства скважины в период сезонного обитания "краснокнижных" птиц с учетом необходимости обеспечения непрерывного ведения буровых работ для исключения возникновения аварийных ситуаций приведет к резкому снижению технико-экономических показателей бурения, простоя бурового оборудования, неоправданному увеличению сроков аренды земельного участка.

Впервые в практике бурения возникла ситуация, при которой складирование и последующее захоронение ОБ при строительстве скважины на ООПТ уже не рассматривается ГЭЭ только с позиций охраны ПВ от загрязнения.

С учетом этого разработан и запатентован способ безопасного для фауны складирования ОБ в земляном амбаре в период сезонного обитания птиц в районе бурения скважины.

Использование данной технологии позволяет повысить экологическую безопасность строительства скважин с использованием земляных амбаров-накопителей ОБ на ООПТ и обеспечить:

- гарантированное предотвращение гибели птиц в земляном амбаре-накопителе ОБ;
- непрерывный цикл бурения скважины независимо от нахождения в экологически чувствительной зоне "краснокнижных" птиц;
- значительное сокращение испарения углеводородов из нефтеловушки земляного амбара и снижение загрязнения атмосферного воздуха при одновременной возможности испарения буровых сточных вод, снижающего объем жидкой фазы ОБ в амбаре.

## **СТРАТЕГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ОБРАЩЕНИЯ С ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ НЕФТЕДОБЫЧИ**

Ручкина О.И.

Пермский государственный технический университет, Пермь, Россия

Проблема повышения экологической безопасности при обращении с твердыми отходами нефтедобычи является актуальной практически в каждом нефтедобывающем регионе России.

Анализ и обобщение передовых отечественных и зарубежных разработок в области обращения с нефтеотходами с точки зрения природно-ресурсного цикла, учет целей устойчивого развития, позволили сформулировать основные принципы обращения с твердыми отходами нефтедобычи и построения системы управления нефтеотходов. К ним относятся: минимальное образование отходов, экологически безопасное обращение с отходами, минимальная эмиссия загрязняющих веществ в окружающую среду, использование ценных компонентов и полезных свойств нефтеотходов, получение отходов с заданными свойствами, применение экономически доступных и технически реальных технологий для вовлечения нефтеотходов в ресурсооборот, обезвреживания и размещения в окружающей среде не утилизируемых твердых остатков отходов, комплексное использование существующих установок по переработке нефтеотходов, контроль за соблюдением норм безопасности, использование механизмов экономического стимулирования. Предложенные принципы могут рассматриваться как стратегические в развитии системы обращения с нефтеотходами и формировании технической и инвестиционной политики, их реализация возможна путем поэтапного осуществления мероприятий в рамках существующей системы.

На основе выполненного системного анализа состояния проблемы обращения с отходами нефтедобычи, была разработана классификация нефтеотходов, включающая следующие потоки: жидкие нефтеотходы, отходы ремонта, нефтегрунт, асфальто-смоло-парафиновые отложения (АСПО).

Для обеспечения мотивации природопользователей к внедрению системы раздельного сбора и утилизации, пригодных к использованию категорий нефтеотходов нами разработана методика расчета норм образования и размещения нефтеотходов.

На основе разработанных принципов, классификации нефтеотходов, результатах оценки ресурсного потенциала и результатах анализа современных направлений утилизации нефтеотходов разработана система обращения с отходами нефтедобычи. Система состоит из шести технологических стадий, в совокупности составляющих жизненный цикл отходов нефтедобычи: образование; раздельные сбор, транспортировка, хранение на полигоне (отвечающем экологическим требованиям); переработка жидких нефтеотходов; раздельное использование твердых нефтеотходов (отходов ремонта, нефтегрунта, АСПО).

Разработана методика выбора оптимальной технологии утилизации нефтеотходов, используемых в качестве вторичного сырья, основанная на системном анализе, экспертных оценках, ранжировании, парном сравнении, расстановке приоритетов. Разработан ресурсно-эколого-экономический критерий сопоставления и выбора оптимальной технологий утилизации нефтеотходов.

Разработанная концепция и принципы обращения с твердыми отходами нефтедобычи, предложенная классификация, методика расчета нормативов образования и размещения нефтеотходов, выполненная оценка их ресурсного потенциала, обоснованные критерии выбора технологии утилизации нефтеотходов, предложенная схема обращения с твердыми отходами нефтедобычи, разработанные технологии утилизации АСПО являются научной и методической основой экологически безопасной утилизации отходов нефтедобычи.

## **СТРУКТУРИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕФТЕШЛАМА В УСЛОВИЯХ НОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО ПРЕДОБРАБОТКИ**

Якушева О.И., Кичигин В.П.  
ОАО "Нижнекамскнефтехим", Нижнекамск, Россия  
Несмелов А.А., Григорьева Т.В., Наумова Р.П.  
Казанский государственный университет, Казань, Россия

В результате очистки сточных вод предприятий нефтяной промышленности образуются обводненные осадки - нефтешламы, представляющие собой прочные эмульсии типа "вода-в-нефти". Проблема обезвреживания и переработки нефтешламов не нашла общедоступного и экономичного технологического решения. Известные технологии обработки нефтесодержащих отходов - сжигание, экстракция и сорбция углеводородов не получают распространения в связи с дороговизной и образованием вторичных отходов, захоронение которых представляет собой самостоятельную проблему. В связи с этим все большее внимание привлекают методы биоремедиации, однако, в случае нефтешламов, биодegradация загрязнений ограничена неблагоприятной структурой нефтешлама, затрудняющей газообмен, и экстремально высоким уровнем загрязнения. В большинстве технологий биоремедиации нефтешламов данные ограничения преодолеваются с помощью разбавления отхода наполняющими агентами или почвой, которые структурируют массы нефтешлама.

Цель данной работы: создание и реализация альтернативного подхода к структурированию нефтешлама, основанного на действии климатических факторов и собственной микрофлоры отхода. Данная технология позволяет с минимальными затратами подготовить нефтешлам к дальнейшей биоремедиации.

Обработку нефтешлама проводили в течение 1 года на промышленном полигоне с водонепроницаемым основанием и дренажной системой для отвода избыточной влаги. После размещения нефтешлама (слоем около 50см) для защиты атмосферы по его поверхности слоем 30-40 см. распределяли фитомассу, представляющую собой недорогой возобновляемый ресурс. Для повышения активности микроорганизмов вносили в небольших количествах удобрения. Через 6 мес. фитомассу запахали с целью лучшего структурирования отхода и стимуляции активности микрофлоры.

За год предобработки физические параметры нефтешлама кардинально изменились: вязкая аморфная масса преобразовалась в твердый рыхлый почвоподобный субстрат. Агрегаты размерами <0,5, 0,5-2 и 2-5 мм составили по массе 25,8, 41,2 и 19,9%, соответственно; появились поры (76% по объему). Структурирование принципиально изменило условия существования микрофлоры в толще нефтешлама. Микроорганизмы и потенциально богатый субстрат - углеводороды начали контактировать с кислородом воздуха, увеличилась доступность воды, ранее заключенной в гидрофобный матрикс. Это отразилось на биологической активности микрофлоры отхода - уровень дыхания повысился вдвое. Вследствие этого значительно снизился уровень загрязнения нефтешлама: убыль летучих, наиболее токсичных компонентов составила около 80%, суммарного содержания углеводородов - около 30%. Одновременно с уменьшением содержания органических загрязнений увеличилась зольность. Токсичность водного экстракта нефтешлама до и после обработки отличается незначительно (30 и 45%), тогда как токсичность самого нефтешлама в процессе предобработки снизилась в 5 раз и составила (EC<sub>50</sub>) 100%. Это также служит аргументом в пользу того, что низкая деградационная активность микрофлоры нефтешлама обусловлена не только прямым токсическим действием его компонентов, но и его специфическими физико-химическими свойствами.

Таким образом, разработанный и реализованный в полупромышленных условиях способ обработки нефтешлама позволяет с минимальными затратами кардинально улучшить условия для биоты в массах нефтешлама и подготовить отход для дальнейших этапов биоремедиации.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОЛИГОНОВ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ОТХОДОВ

Кузнецова Ю.А., Белов Д.В., Кузилов Л.А.  
ООО "Нефтегазстрой консалтинг и инжиниринг", Москва, Россия

В настоящее время на территории России реализуются крупномасштабные проекты, связанные с освоением нефтегазовых месторождений. Несомненная экономическая выгода, которую несет в себе развитие нефтегазового комплекса, тем не менее, не снимает актуальную эколого-социальную проблему - утилизации и захоронения нефтепромысловых отходов.

При всем многообразии характеристик различных нефтепромысловых отходов, их можно разделить на следующие основные группы:

- Шламы очистки трубопроводов и емкостей от нефти и нефтепродуктов;
- Кислые и соляные нефтесодержащие отходы, образующиеся при промывке разведочных и эксплуатационных скважин, освоения месторождения, работы бригад КРС и ОПЗ;
- Жидкие и пастообразные отходы с низким содержанием нефтепродуктов, образующиеся в процессе эксплуатации установок подготовки нефти;
- Отходы ликвидации аварийных разливов нефти;
- Тара из-под химреагентов;
- Отходы, образование которых связано с жизнедеятельностью персонала - ТБО, пищевые и медицинские отходы, осадки водоподготовки и канализационных очистных сооружений;
- Отходы автотранспортных подразделений;
- Золы, шлаки и пыль от топочных установок;
- Строительные отходы;
- Металлолом;
- Ртутные лампы.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются компании, проектирующие комплексы (полигоны) размещения, переработки и захоронения нефтепромысловых отходов, следующее:

- переменный состав, высокая обводненность и агрессивность нефтешламов;
- значительные расхождения данных по количественному и качественному составу нефтепромысловых отходов, представленных в разделах "Охрана окружающей среды" в проектах на строительство и эксплуатацию промыслов, с данными фактической инвентаризации, проводимой проектировщиками полигонов при сборе исходных данных;
- наличие большого количества неучтенных нефтепромысловых отходов, накопленных за предыдущий период разведочных или эксплуатационных работ;
- отсутствие инфраструктуры, транспортная удаленность и сложные инженерно-геологические условия районов размещения основной массы нефтепромыслов, а следовательно и полигонов размещения нефтепромысловых отходов и др.

Опыт, накопленный ООО "НефтеГазСтрой Консалтинг и Инжиниринг" в решении вышеуказанных проблем при инвентаризации нефтепромысловых отходов и проектировании комплексов (полигонов) по их утилизации, указывает на необходимость использования Компаниями-операторами комплексного подхода при проектировании нефтепромысловых объектов и инфраструктуры как единого целого с расчетом всех этапов "жизненного цикла", включая этап ликвидации нефтепромысла.

ООО "НефтеГазСтрой Консалтинг и Инжиниринг" предлагает объединить усилия проектных институтов и инжиниринговых компаний путем проведения специализированного семинара с перспективой создания Объединения (пула) независимых сервисных компаний, предлагающих услуги в сфере обращения с нефтепромысловыми отходами. Целью создания такого объединения будет являться:

- интенсификации обмена опытом, номенклатурой услуг, современных технологий, оборудования и материалов, используемых при обращении с нефтепромысловыми отходами,
- создание унифицированных (типовых) мобильных и стационарных технологических блоков по утилизации основных нефтепромысловых отходов с целью снижения их себестоимости;
- разработка отраслевых стандартов по инвентаризации и обращению с нефтепромысловыми отходами;
- развитие системы добровольной сертификации в области технологий и оборудования по обращению с нефтепромысловыми отходами.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО ПЕРЕРАБОТКЕ АМОРТИЗИРОВАННЫХ ШИН

Петров А.Н.

Инновационный центр высоких технологий, Москва, Россия

Все более острой в современном обществе становится проблема экологической безопасности. В связи с этим для сохранения окружающей среды выделяются огромные средства на реструктуризацию производственных процессов. В оптимальном случае необходимо создавать замкнутые производственные циклы, в которых не выделяется вредных отходов, а конечные продукты, после их использования, вновь перерабатываются и могут быть использованы. Имеющиеся технологии переработки позволяют утилизировать практически любые отходы человеческой жизнедеятельности. Но для успешного воплощения в жизнь таких технологий, конечный процесс утилизации должен быть рентабельным в соответствии с законами экономики.

Амортизированные автомобильные шины (АШ) относятся к категории сложных видов отходов промышленного производства. Они не наносят прямого вреда здоровью человека, но весьма устойчивы к разным воздействиям. Их саморазложение практически не происходит, а вопрос рентабельной переработки еще не решен, и данный материал накапливается в огромных количествах, занимая все больше и больше площадей промышленных свалок. При этом, как свидетельствует практика, подобные свалки таят в себе уже вполне реальную опасность для человека. Возникший пожар на такой свалке способен создать огромные облака ядовитых загрязнений, к тому же его практически нельзя потушить, и он может длиться годами. Площади свалок на практике становятся очагами размножения и развития разных насекомых - носителей заболеваний, само использование земли под свалки стоит средств и наносит урон окружающей среде. Несмотря на все меры, проблема использованных шин остается достаточно острой во всем мире, подтверждая, что до сих пор не найдена достаточно рентабельная технология переработки шин.

Наиболее перспективным методом утилизации шин является их механическое измельчение. Конечным продуктом такой переработки является резиновый порошок или крошка. Отработано множество методик измельчения резины, но, как правило, энергоемких и капиталоемких, что обуславливает высокую себестоимость резинового порошка. Методики переработки, с применением предварительного охлаждения или дополнительного химического воздействия, существенно не снижают себестоимость, но при этом получается конечный продукт низкого качества, делая его непригодным для ряда практических применений.

Основными показателями качества резинового порошка являются его химическая чистота, форма и размер частиц. Такой порошок успешно используют в производстве регенерата для резиновой промышленности, в строительстве, в дорожном покрытии, в любых сферах, когда конечный материал должен обладать эластичностью и звукоизоляцией, а также в качестве сорбента. Главным препятствием для более широкого применения резинового порошка становится его высокая себестоимость, поскольку, для производства одной тонны мелкодисперсного резинового порошка существующими технологиями тратится до 1000 кВт электроэнергии.

Проблема переработки амортизированных шин напрямую зависит от рентабельности технологии и качества производимых продуктов переработки, так как получаемые из автомобильных шин порошок резины, вязкозный корд и металлический корд представляют собой дорогостоящую товарную продукцию.

Разработанные в настоящее время комплексы по утилизации шин перерабатывают их в порошок-крошку различного качества и имеют огромный разброс как по затратам на производство, так и по производительности. Однако тщательный анализ показывает, что по совокупности основополагающих параметров все известные решения энергозатратны и малопродуктивны, а качество производимой продукции низкое при высокой стоимости, т. е. процесс переработки шин на известных установках по-прежнему является нерентабельным. При этом, ключевым технологическим процессом в переработке шин является механическое измельчение крошки в порошок. Однако, существующее множество измельчающих механизмов, как правило, обладают большими энергозатратами, сложны и дорогостоящи.

Предлагаемый здесь подход к процессам разрушения-измельчения основан на комплексе уникальных ресурсосберегающих машин и технологий широкого назначения, обладающих высокой конкурентоспособностью на мировом рынке. Разработаны эффективные универсальные установки нового поколения для переработки материалов широкой гаммы свойств в порошки, пасты и суспензии. Они экономичны, компактны, просты и надежны в эксплуатации. Созданные машины обладают высокой удельной производительностью при низких энергозатратах, универсальны, быстро перенастраиваются, позволяют производить продукцию высшего качества и по техническим параметрам превосходят известные аналоги. Они открывают широкие возможности для разработки новых технологических операций измельчения-диспергирования, а также для коренного усовершенствования существующих процессов дробления-измельчения, и, прежде всего для переработки вязко-пластичных и упруго-вязких материалов, таких как волокнистые материалы, полимеры, резина, глина и др.

Кроме того, в результате многолетних исследований, созданы простые и высоко эффективные вихревые аэродинамические сепараторы, нормализаторы и классификаторы, позволяющие отделять, сепарировать и классифицировать материалы в широком диапазоне, как размеров, так и свойств, включая порошки вязкоупругих и вязкопластичных материалов.

На этой научно-технической базе и создана линия глубокой переработки амортизированных шин любой конфигурации в дисперсный порошок резины высокого качества с отделением текстильного и металлического корда, а также линия производства грубодисперсного порошка (крошки) для дорожного строительства и производства строительных материалов.

Разработанный комплекс потребляет всего лишь около 300 кВт электроэнергии на 1 тонну исходного сырья, его вес не превышает 10 тонн, а резиновый порошок можно измельчить до размера частиц 200 мкм.

Инженерно-технологической основой предлагаемого процесса производства порошков резины из амортизированных шин является точное и экономичное выполнение требуемых операций: дробления, измельчения, выделения армирующих элементов и классификация порошков резины с целью получения продуктов переработки высшего качества с минимальными энергозатратами. По предлагаемой технологии исходные автошины в Утилизаторе перерабатываются в 6-мм крошку, содержащую металло-тканый корд. Затем на дисковом дефибраторе и лопастном дисмембраторе дробление крошки доводится до 1 мм. Отделение кордовых составляющих в самостоятельный товарный продукт происходит в барабанном магнитном и аэродинамическом вихревом сепараторах. А крошка резины далее измельчается в роторно-ситовых мельницах в порошок заданного размера, который разделяется в вихревом аэродинамическом классификаторе. Внутритехнологическое перемещение материалов осуществляется пневмотранспортом.

Комплекс состоит из двух технологических линий.

ЛИНИЯ 1 предназначена для первичного дробления АШ с производительностью 10 тн/час, которая включает:

- Утилизатор предварительного дробления исходных автошин в 6-мм крошку, с удельными энергозатратами порядка 15 кВт.ч./т.
- Эстакаду для накопления шин и подачу их в приемное устройство Утилизатора.
- Транспортную систему отвода крошки.
- Систему отвода и первичной переработки бортовых колец.

Линия обеспечивает: транспортировку и сортировку АШ, первичное дробление АШ в крошку, транспортировку крошки на складирование.

Особых требований к производственным помещениям нет. Линия может изготавливаться в мобильном исполнении и перевозиться в места скопления шин. Это является очень ценным с точки зрения экономики переработки шин, поскольку при первичном дроблении они уменьшают занимаемый объем в шесть раз.

ЛИНИЯ 2 служит для производства порошка резины и кордных составляющих, производительностью 1 тн/час, и включает в себя:

- Дисковый дефибратор дробления исходной 6-мм крошки в 1-мм крошку и отделения металлокордной части, с удельными энергозатратами в 38 кВт.ч./т.
- Магнитный сепаратор для выделения металлокорда.
- Роторный дисмембратор дробления исходной крошки в грубый порошок с размером частиц менее 1 мм с полным отделением резины от тканого корда с удельными энергозатратами в 55 кВт.ч./т.
- Вихревой аэродинамический сепаратор для выделения тканого корда с удельными энергозатратами в 5-10 кВт.ч./т.
- Роторно-ситовая мельница для получения порошка резины требуемой дисперсности (менее 350 мкм) с удельными энергозатратами в 150 кВт.ч./т.
- Вихревой аэродинамический классификатор для разделения порошка резины на фракции с удельными энергозатратами в 5-10 кВт.ч./т.
- Узел пылегазоочистки.
- Узел готовой продукции.

Линия обеспечивает: выделение металлического корда; дробление крупной резиновой крошки, выделение тканого корда; измельчение резиновой крошки; рассев резинового порошка; очистку вентвыбросов; упаковку готовой продукции.

Основным преимуществом предлагаемых решений являются высокая экономичность технологического процесса глубокой переработки изношенных шин различных размеров в продукцию высокого качества, простота базовых технических средств переработки, обеспечивающих, как высокий ресурс работы оборудования, так и высокий процент выхода высококачественного дисперсного порошка резины, а также получение легированного металла и вязкого корда высоких потребительских свойств.



## ТЕХНОЛОГИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕНИЙ И НЕФТЕШЛАМОВЫХ АМБАРОВ

Дуброва О.А., Пятчанин С.В., Самохин С.А., Дубров Е.В., Дубров Ю.В.  
ООО "Научно-исследовательский центр "Промавтоматика", Киев, Украина

Нефтезагрязнения различной этиологии - одни из самых распространенных и трудноутилизуемых загрязнений почвы, воды и атмосферы. На предприятиях, занимающихся добычей, транспортировкой, переработкой, хранением и перегрузкой нефтепродуктов кроме аварийных разливов нефтепродуктов особую экологическую опасность представляют нефтезагрязнения в виде нефтешламов, которые накапливаются в санкционированных нефтешламовых амбарах (1,2,3,4 классы опасности) в течение 5-50 лет в количествах 500-10000 т.

Длительное хранение нефтешламов с сопутствующими высокоминерализованными пластовыми водами и промывными гидрофобно-эмульсионными растворами (до 200-300г/л) в грунтовых или бетонированных котлованах изменяет их структурно-групповой, гомологический, фракционный, агрегатный, микробиологический и биохимический состав с последующей самоконсервацией объекта путем создания анаэробных условий и непредсказуемостью протекающих процессов. Безусловно, даже при таких условиях проходит естественная деструкция углеводов (у/в) и сопутствующих поллютантов, но для их обезвреживания и биоутилизации Природе необходимо от 200-300 до 800 лет. Кроме того, за последние 10-15 лет результаты гидрохимических мониторингов показали, что происходит просачивание содержимого амбаров в подземные грунтовые воды (до 8-10 м<sup>3</sup> в сутки), которое создает крайне высокое экологическое напряжение, что в первую очередь негативно сказывается на здоровье людей.

Разработанная и применяемая нами технология биоутилизации нефтезагрязнений различной этиологии позволяет ликвидировать нефтеполлютанты от аварийных разливов до стационарных нефтешламовых амбаров. Технология реализуется с авторским сопровождением, независимой экологической экспертизой, отраслевым и государственным контролем. Результат - территория возвращается в природопользование. Работы сдаются "под ключ" природоохранным органам.

Технология является комплексом работ по биоремедиации (реабилитации) окружающей среды и действует с 1992г. Технология прошла апробацию (адаптацию) на ряде предприятий Украины и Российской Федерации и имеет промышленное крупнотоннажное применение. Суть технологии - биологическая деструкция и утилизация нефтеполлютантов с получением экологически безопасного грунтоподобного субстрата.

Технология включает круглогодичный комплекс работ (-12°C+40°C) при общем температурном диапазоне -50°C+50°C и pH от 1,7 до 11,8, идентификацию исходных нефтемасс (структурно-групповой и гомологический состав, молекулярно-массовое распределение у/в), адаптацию к конкретному загрязнению, комплексный экологический контроль, лабораторно-пилотные и промышленные работы, рекультивацию (биоремедиацию, восстановление) грунта (территории) до стандартных экологических и агробиохимических характеристик. Авторский экспресс-метод демонстрирует эффективность технологии - в течение 15-30 минут нефтезагрязнения любой этиологии деструктируются на 78-93% в присутствии заказчика.

Оригинальная технология основана на методах классической экологии, прикладной и промышленной микробиологии, что гарантирует ее преимущество перед другими известными технологиями: механическими, термическими, химическими и методами захоронения, применение которых позволяет решить проблему на 20-40%. Биотехнология обеспечивает биодеструкцию и биоутилизацию у/в (в т.ч. и в виде донных осадков, "шоколадного мусса") на 94-100%.

Биодеструкция, обезвреживание и биоутилизация у/в шламов буровых амбаров (4 класс опасности) происходит в течение 12-30 суток, шламовых амбаров нефтедобычи (3 класс опасности) - от 4-9 до 20 месяцев, шламовых амбаров нефтегазодобывающих и нефтеперерабатывающих производств - 5-18 месяцев. Очистка нефтеналивных емкостей и цистерн от остаточных нефтепродуктов происходит в течение от 2-24 часов, осадки нефтеналивных емкостей биоутилизируются в течение от 2-5 месяцев. Грунт (почва) и водоемы, подвергшиеся аварийным нефтезагрязнениям, восстанавливают свой агробиохимический состав и природное состояние в течение 20-60 суток, а почвы, имеющие структурное или продолжительное загрязнение - в течение 3-8 месяцев.

Применение нескольких десятков ингредиентов (в т.ч. и биопрепаратов-деструкторов) гарантирует положительный результат и позволяет варьировать качественно-количественный состав, агрегатное состояние конечного продукта биоутилизированных нефтемасс, а также сроки достижения результата. В последствии полученный экологически безопасный органо-минеральный субстрат (pH 6,5-7,5) может быть использован для экологического экранирования (в т.ч. создания биологического фильтра) буровых скважин, буровых и шламовых амбаров, рассаливания грунтов, в качестве органо-минерального удобрения для сельского хозяйства и т.д., что создает замкнутый природоохранный цикл нефтегазодобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Ингредиенты, используемые в технологии, обладают широким спектром сорбционной и восстановительно-окислительной активности, включая ароматические у/в, нафтеновые соединения, парафины, асфальтено-смолистые фракции и канцерогены типа бенз(а)пирена (C<sub>5</sub>-C<sub>40</sub> и выше), бензола, фепола, соли, тяжелых металлов, а также продукты жизнедеятельности автохтонной (местной) и интродуцированной

(привнесенной) микрофлоры. Конечным продуктом технологии является нейтральный (рН 6,5-7,5) экологически безопасный грунтоподобный субстрат, имеющий пролонгированный мелиоративный и агробиохимический эффект, который оказывает позитивное влияние на микро- и фитобиоценозы и поэтому служит основой для формирования гумуса, донного ила и т.п. Деструкция исходных углеводов происходит на 98-100% с образованием 1,5-4% кислородсодержащих соединений (гуминовых веществ). Это гарантирует преимущества технологии перед применением стандартных препаратов-биодеструкторов, которые эффективны для локализации и деструкции незначительных аварийных разливов, частичной сорбции, биокалитической трансформации у/в и создания биологического стимула восстановления экониши.

Таблица 1. Структурно-групповой состав гексановых экстрактов исходных нафтошамов и динамика их биоутилизации.

№ п/п	Наименование типов углеводов	Исходная нефтешламасса		Биодеструктированная нефтешламасса в течение 12 суток		Биодеструктированная нефтешламасса в течение 2,5 месяцев		Биодеструктированная нефтешламасса в течение 5 месяцев	% деструкции нефтешламов за 5 месяцев (по % масс.)
		% отн.	% масс.	% отн.	% масс.	% отн.	% масс.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Парафины	27,5	11,8	28,3	6,69	28,0	4,34	2,82	76,11
2	Моноолефины	-	-	5,0	1,18	-	-	-	-
3	Нафтены	40,8	17,68	44,7	10,57	49,1	7,61	5,00	71,72
	Моно-	15,8	6,8	17,1	4,04	16,9	2,62	1,85	72,8
	Би-	10,5	4,5	12,6	2,98	13,1	2,03	1,43	68,23
	Три-	8,3	3,6	7,1	1,68	8,9	1,38	0,83	76,95
	Тетрациклические	6,2	2,7	7,9	1,87	10,2	1,58	0,89	67,04
4	Ароматические углеводороды:	31,7	14,08	22,0	6,69	20,2	3,13	2,86	79,69
	алкилбензолы	12,8	5,6	6,9	1,62	9,3	1,43	1,26	77,5
	Инданы и Тетралины	4,8	2,1	2,8	0,66	3,9	0,60	0,46	78,1
	Динафтенбензолы	2,7	1,2	1,1	0,37	2,1	0,33	0,23	80,84
	Нафталины	1,8	0,8	2,9	0,69	2,4	0,37	0,32	60,0
	Аценафтены	0,8	0,3	0,5	0,12	0,8	0,12	0,33	60,0
	Флуорены	2,0	0,9	1,3	0,31	1,2	0,19	0,16	82,3
	Фенатрены	0,7	0,3	0,5	0,12	0,6	0,09	0,09	70,0
	Нафтенофенантрены	0,6	0,3	0,1	0,02	-	-	0,01	96,67
	Пирены	1,1	0,5	0,2	0,04	-	-	-	100
	Хризены	0,6	0,3	0,1	0,02	-	-	-	100
	Бенз(и)пирены и Перилены	0,6	0,3	-	-	-	-	-	100
				не визначено					
	Нафтеноароматические производные пирена	2,1	0,9	0,9	0,21	-	-	-	100
	Нафтеноароматические производные перилена	1,1	0,5	0,5	0,12	-	-	-	100
5	Кислородсодержащие соединения (гуминовые вещества, алифатические жирные кислоты)	- не определено	- не определено	3,8	0,9	2,7	0,42	0,16	Образование гуминовых веществ
	Общее содержание, % масс.		43,5		23,64		15,5	10,86	75,04

В сравнении с используемыми в настоящее время препаратами "Эконадин", "Деворойл", "Путидойл", "Олеворин", "Нафтокс", "Родер", "Центрин", "Псевдомин", "Дестройл", "Бациспекцин", "Микромицет", "Валентис", "Родобел", "Лидер", "Uni-gem", "Родотрин", "Эколан", "Десна", "Simbinal" и другими стандартными биодеструкторами данная технология имеет значительно более широкий диапазон действия. Используемые в тех-

нологии биопрепараты (в т.ч. биодеструкторы) проходят серию ассоциативных модификаций с региональными адаптациями на стадиях производства и применения. Динамика декструкции нефтешламомасс одного из объектов (2005 г.) приведена в табл. 1.

Технология характеризуется совместимостью с природными процессами, малыми эксплуатационными затратами, простотой обслуживания, надежностью очистки до получения экологически безопасного конечного субстрата. Технология запатентована и имеет Заключение санитарно-гигиенической экспертизы МОЗ Украины, а реализующему ее предприятию выдана Лицензия Минприроды Украины на операции в сфере поведения с опасными отходами (обработка, утилизация, обезвреживание).

Стоимость работ зависит от состава, возраста и региональных особенностей исходного нефтезагрязнения, сроков биоутилизации, комплекса экологического контроля и мониторинга, комплекса технологических работ (биодекструкция, биоутилизация, биоремедиация), наличия паспортных данных (в т.ч. реестровых карт) объекта и др.

## **УТИЛИЗАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ МАСЛЯНЫХ ФИЛЬТРОВ - ОДИН ИЗ ПУТЕЙ СНИЖЕНИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

Сметанин В.И., Дрегина Т.А.

Московский государственный университет природообустройства, Москва, Россия

В настоящее время российский автопарк насчитывает более 40 млн. автомобилей. Для очистки моторного масла на большинстве из них применяют неразборные масляные фильтры, выполненные в металлическом корпусе. В среднем для обеспечения нормальной работы автомобильного двигателя на каждый работающий автомобиль приходится от 3 до 4 масляных фильтров в год, соответственно на весь автопарк ежегодно расходуется более 140 млн. масляных фильтров.

Одной из главных экологических проблем на территории РФ остается неорганизованный сбор и практическое отсутствие утилизации отработанных автомобильных масляных фильтров. В связи с отсутствием в большинстве городов пунктов сбора и предприятий по утилизации отработанных фильтров, их, как правило, складывают вместе с отходами металлов или твердыми бытовыми отходами, а чаще их просто выбрасывают. Выбрасывают их не только автолюбители, самостоятельно обслуживающие свои автомобили, но и автосервисные и автотранспортные предприятия.

Отработанный автомобильный масляный фильтр, конструктивно представляет собой металлическую капсулу, в которой находятся резиновые и полимерные клапаны, бумажная штора, стальные детали и отработанное моторное масло. Как только масляный фильтр оказывается резьбовой частью вниз, из него моментально вытекает до 10...15% отработанного автомобильного масла. Отработанные фильтры, попадая в окружающую среду, во внутреннюю их полость через резьбовое отверстие затекает вода и по мере заполнения фильтра водой из него вытекает моторное масло, вытесняемое поступающей водой. Со временем металлическая капсула корродирует, образуются сквозные отверстия, через которые накопившаяся вода и остатки масла поступают в окружающую среду.

Отработанное автомобильное масло, как отход отнесен к 3 классу опасности и поступая в окружающую среду, загрязняет почву, горные породы зоны аэрации, подземные и поверхностные воды. Особую опасность представляет синтетическое и полусинтетическое масло.

В каждом отработанном автомобильном масляном фильтре сосредоточено от 200 до 500 грамм отработанного автомобильного масла. В результате в системе обращения масляных фильтров в окружающую среду ежегодно поступает свыше 14000 м<sup>3</sup> отработанного масла.

Систему обращения фильтров следует рассматривать как источник рассредоточенного распространения загрязняющих веществ в окружающую среду. Поступающие таким путем нефтепродукты в окружающую среду, наносят экологический ущерб природной среде и здоровью человека. С целью улучшения экологической ситуации в системе обращения масляных фильтров необходимо создание системы утилизации отработанных масляных фильтров.

Учитывая данную специфику этой проблемы, многие производители масляных фильтров работают над экологической составляющей своей продукции. Внедрены в производство разборные фильтры, в которых при их эксплуатации заменяют только сменный фильтрующий элемент (штору), а корпус фильтра остается прежним. Однако объем разборных фильтров составляют менее 1% от общего числа выпускаемых фильтров, утилизация неразборных фильтров остается практически не решенной.

В последнее время организуются предприятия, занимающиеся утилизацией неразборных отработанных автомобильных масляных фильтров. В основу технологического процесса утилизации автомобильных масляных фильтров должно быть положено условие их распаковки, целью которой как технологического процесса, в первую очередь ставится максимальное сохранение вторичных материальных ресурсов и внедрение рециклинга.

Отработанный автомобильный масляный фильтр состоит из металла, резины, отработанного автомобильного масла и фильтровальной бумаги. Технологический процесс утилизации отработанных автомобильных масляных фильтров должен строиться не только как направленный на обезвреживание данного вида опасного отхода, а на получении товарной продукции в виде вторичного сырья для других технологических процессов, что должно соответствовать безотходным производствам.

Такому подходу к решению данной проблемы соответствует отдельная утилизация отработанных автомобильных масляных фильтров, которая позволяет решать важные экологические и социальные задачи. Например, исключает попадание масляного фильтра в окружающую среду, снижает вероятность загрязнения окружающей среды нефтепродуктами, появляется возможность использования составляющих фильтров в качестве вторичных материальных ресурсов, обеспечивается относительное снижение нагрузки на недра, а при создании системы сбора и переработки отработанных автомобильных масляных фильтров появятся новые рабочие места.

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ ПОЛИМЕРОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЖИДКОГО ТОПЛИВА И ОРГАНИЧЕСКИХ СВЯЗУЮЩИХ

Кузнецов Б.Н.

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия

Шарыпов В.И., Береговцова Н.Г., Барышников С.В.

Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН, Красноярск, Россия

Масштабы промышленного производства полимеров, в первую очередь полиэтилена (ПЭ) и полипропилена (ПП), постоянно растут, что приводит к накоплению их отходов. Экологически безопасное сжигание полимерных отходов является экономически высоко затратным способом, кроме того, безвозвратно уничтожается ценное сырье. Рецикл полимерных материалов ограничен следующими факторами:

- стоимость "вторичных" полимеров (полученных из отходов) выше, а качество ниже, чем первичных;
- невозможность проводить рецикл бесконечное количество раз по причине потери полимерными материалами своих эксплуатационных свойств;
- трудоемкость, часто невозможность сортировки отходов по типу полимеров, а в случае упаковочных материалов, ТБО и т.д. разделения полимеров и других компонентов (бумага, картон, древесина). Вышеперечисленные факторы определяют актуальность разработки процессов деструктивной утилизации отходов синтетических полимерных материалов с получением востребованных продуктов.

В настоящей работе исследованы процессы:

термического превращения синтетических полимеров (атактический и изотактический полипропилен, полиэтилен) и их смесей с древесной биомассой (древесина сосны, гидролизный лигнин, целлюлоза) в интервале температур 360-430°C в автоклавных условиях с получением, преимущественно, дистиллятных продуктов;

термического растворения в нефтяном остатке (Ткип > 350°C) смеси бурого угля и отходов синтетических полимеров (атактический и изотактический полипропилен, полиэтилен) в интервале 340-400°C с получением органических связующих для дорожного строительства.

Показано, что тип исследуемых синтетических полимеров и их относительное содержание в исходных смесях с биомассой оказывает существенное влияние на выход и состав продуктов их совместного термического превращения. Установлено возрастание степени конверсии биомассы в жидкие и газообразные продукты в присутствии синтетических полимеров. В свою очередь биомасса промотирует деструкцию макромолекул полимеров с образованием легкокипящих углеводородных фракций, содержание которых в жидких продуктах достигает 45% масс. при ее концентрации в пиролизуемой смеси 20-30% масс. В процессе гидропиролиза добавки (5% масс.) железорудных катализаторов, активированных механохимическим методом, увеличивают конверсию смеси древесина / полимер (1/1 масс. частей) на 10-12% масс, при этом степень превращения биомассы, входящей в состав этой смеси, увеличивается в 1,5 раза, достигая 89% масс. Степень конверсии смеси достигает максимального значения 90-94% масс. при 390 °С.

По данным FTIR, GC-MS и NMR-спектроскопии легкокипящие углеводородные фракции, полученные пиролизом в инертной атмосфере смесей древесина/полимер представлены, в основном, олефинами и парафинами. Строение этих веществ определяется типом используемого полимера. Добавки древесной биомассы увеличивают содержание в этих продуктах углеводородов C9 и в-олефинов. Дистиллятные фракции, полученные гидропиролизом смесей, содержат в основном парафины, циклопарафины и ароматические углеводороды. Продукты разложения биомассы представлены алкилпроизводными фенола, бензола, а так же спиртами и органическими кислотами.

Высококипящие продукты были разделены на классы веществ методами классической колонной и высокоэффективной тонкослойной хроматографии. Выделенные фракции исследовались методами ATR, ЯМР, GC-MS, а так же планарной хроматографии. Показано, что специфическим действием добавок синтетических полимеров является снижение в продуктах деструкции биомассы ароматических и увеличение кислородсодержащих структурных фрагментов. Во фракции совместного превращения, кипящей в интервале 180-350°C, установлено наличие веществ, отсутствующих в продуктах разложения отдельных компонентов смеси. Строение этих веществ позволяет предположить, что они образуются в результате химического взаимодействия биомассы и полимеров. Обсужден возможный механизм совместного термического превращения синтетических и природных полимеров в выбранных условиях.

Разрабатываемый процесс получения органических связующих включает термическое растворение в нефтяном остатке смеси бурого угля и отходов синтетических полимеров с последующим модифицированием продуктов термического превращения термообработкой в среде водяного пара. Основными продуктами процесса являются органические связующие для дорожного строительства, побочными - легкокипящие углеводородные смеси.

Показано, что в процессе терморазложения бурого угля в нефтяном остатке добавки синтетических полимерных материалов в количестве от 5 до 50% от веса смеси увеличивают степень конверсии угля в растворимые в спирто-бензоле продукты. При температуре процесса 350°C продукты превращения представлены, в основном, высококипящими фракциями. Модифицирование полученных продуктов в среде паров воды осуществляли в присутствии железорудных катализаторов, содержащих оксиды железа. Остаток

дистилляции образующихся продуктов ( $T_{кип} > 400^{\circ}\text{C}$ ), включающий в свой состав перешедшие в вязко - текучее состояние полимеры, органическую часть угля, минеральную часть угля и катализатор, был испытан в качестве органических связующих для дорожного строительства. Полученные при  $400-420^{\circ}\text{C}$  продукты удовлетворяют требованиям ГОСТ для нефтяных битумов. Увеличение температуры модифицирования приводит к росту концентрации асфальтенов и снижению содержания масел. Одновременно уменьшается показатель "глубина проникания иглы", т.е. растет вязкость продуктов. Увеличение температуры процесса выше  $420^{\circ}\text{C}$  сопровождается превращением масел в асфальтены и смолы. Дальнейшее повышение температуры инициируют реакции превращения смол в асфальтены, что приводит к резкому увеличению вязкости.

Образующиеся в этом процессе, в качестве побочных продуктов, углеводородные дистиллятные фракции содержат, в основном, парафиновые углеводороды (скелетные изомеры) и характеризуются низким содержанием серы.

Полученные результаты показывают перспективность процессов совместного превращения полимеров и биомассы в качестве метода утилизации отработанных пластмасс, отходов переработки биомассы и их смесей с получением дистиллятных фракций, представляющих интерес для производства компонентов моторных топлив. Обнаружено, что добавки катализаторов, активированных в оптимальных условиях, существенно увеличивают степень конверсии древесной биомассы в процессе ее совместного с синтетическими полимерами термпревращения в среде водорода.

По сравнению с традиционными процессами получения органических связующих для дорожных покрытий, разрабатываемая технология имеет следующие преимущества: возможность замены от 35 до 50% мас. нефтяных битумов, используемых в качестве связующих для дорожного покрытия, на дешевый бурый уголь и отходы синтетических полимеров; улучшение качества связующих материалов.

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КОМПОНЕНТОВ ЖИДКИХ И ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Фокина Л.М.

Всероссийский НИИ природных газов и газовых технологий, Москва, Россия

Систематизация и комплексная экологическая оценка компонентов жидких, твердых и газообразных отходов производства Заполярного, Ямбургского, Уренгойского газовых комплексов проведена на основании природных, нормативных показателей и геохимических свойств. В качестве типовой экосистемы суб-Арктики рассматривается территория месторождения Заполярное, где организована наблюдательная режимная сеть и проведена оценка фоновое состояние.

При обустройстве и эксплуатации сеноманской залежи Заполярного НГКМ проектом запланировано сжигание около 2,7 млрд. м<sup>3</sup> газа, что может привести к региональному загрязнению окружающей среды, угнетению и смене растительности. Значимыми загрязнителями атмосферы могут стать:

пропилен > м-ксилол > этан > 2-пропанол > метан,

содержание которых в выбросах в 2-9 раз превышает фоновое, но не опасно относительно гигиенических нормативов.

Объемы твердых отходов, включающих бытовые, илы с очистных сооружений, буровой и нефтешлам, достигают тысячи тонн в год. Объемы буровых растворов, сбрасываемых в амбары-накопители, составляют 0,3 м<sup>3</sup> на метр проходки. Буровые растворы пресные и соленые (до 3 г/дм<sup>3</sup>) жесткие хлоридные кальциево-натриевые. В них повышено (до единиц мг/дм<sup>3</sup>) содержание органических веществ, нафтенон, аммония, микрокомпонентов; фенолов - тысячные мг/дм<sup>3</sup>. Значительно опасней для природных сред отработанные буровые растворы и шлам. Их элементный состав более разнообразен, а концентрации макро- и микрокомпонентов (более 40, в том числе Hg, Be, радиоактивные U, Th, Cs) в несколько раз выше.

Водоотведение жидких отходов газового производства (промстоков) на месторождении согласно проекта составляет 48100 м<sup>3</sup>/год, промышленно-дождевых - 13500, хозяйственно-бытовых - 8700. Состав промстоков варьирует в широких пределах в зависимости от состава и количества отработанных технических жидкостей (метанола; гликолей и др.), буровых растворов и сопутствующих газоконденсату пластовых, конденсационных и остаточных вод. Тип воды при этом изменяется от хлоридного кальциевого до карбонатного натриевого, минерализация - в пределах от 150 до 4000 мг/дм<sup>3</sup>, pH - от слабокислых до нейтральных. В составе промстоков в больших количествах присутствуют (мг/дм<sup>3</sup>) нефтепродукты (100 - 3000), метанол (0,3 - 600 г/дм<sup>3</sup>), диэтиленгликоль (1 - 900), ряд токсичных микроэлементов: Fe (4-36) > Sr, Ba (0,2-14) > Al, Zn (0,1-2) > Li, Cr, Cu, Mn, Ni (0,01-0,6) > Pb, Hg, Cd (0,002 - 0,03). Обнаружены радиоизотопы (Ra, Th) в концентрациях, превышающих пластовые. Все это указывает на необходимость контроля за качеством составляющих компонентов промстоков и их очистку при утилизации путем закачки в пласт до установленных нормативов. Утилизацию хозяйственно-бытовых стоков рекомендовано также проводить путем закачки в пласт, поскольку их очистка технологическими приемами, используемыми на КОС в условиях Средней полосы, не достаточно эффективна.

Жидкие отходы производства и бытовые по концентрациям микрокомпонентов, органических соединений, повышенных относительно приповерхностных вод, представляют серьезную опасность для водных экосистем и биогеоценозов, фоновые концентрации многих компонентов в которых изначально превышают нормативы водопользования. Содержание элементов в буровом шлеме часто превышает ПДК для почв, что может привести к их загрязнению и угнетению фитоценозов.

Контроль по установленным приоритетным загрязнителям повысит оперативность и экономическую эффективность экомониторинга на нефтегазовых комплексах.