

Промышленный комплекс Российской Федерации (РФ), отличается от промышленного комплекса индустриально-развитых стран относительно высокой ресурсоемкостью. В РФ на единицу валового внутреннего продукта (ВВП) расходуется ресурсов, в среднем, в 2 раза больше, чем в США и в 4 раза больше, чем в Западной Европе. По сравнению с США, потребление основных природных ресурсов, также на единицу ВВП, выше: по нефти на 36%, по газу на 42%, по углю на 56%, а по стали на 138% [1]. В готовую продукцию переходит только 6-10% выработанных природных ресурсов, а остальная часть составляет категорию промышленных отходов. Отходом потребления, в конечном итоге, по мере износа, физического и морального старения становится и произведенная продукция. В табл.1 представлены данные Федеральной службы государственной статистики о количестве отходов производства и потребления, образовавшихся в России в 2006-2007 годах, а в табл.2 аналогичные показатели по видам экономической деятельности за 2007 год.

Таблица 1 – Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления в России

Годы	Количество отходов образовавшихся, тыс. т	Использованных абс. кол-во, тыс.т	Обезвреженных, % от абс. кол-ва
2006	3519427	1395828	39,7
2007	3899283	2257411	57,9

Общее количество отходов производства и потребления в России из-за недостаточного уровня их переработки неизменно возрастает и проблема их утилизации является в настоящее время одной из актуальных задач, при этом наиболее существенная доля приходится на сферу добычи полезных ископаемых. Неуклонно увеличивающаяся масса отходов оказывает негативное воздействие на окружающую природную среду (ОПС) и представляет реальную угрозу здоровью современного и последующего поколений.

Таблица 2 – Образование, использование и обезвреживание отходов производства и потребления в России по видам экономической деятельности

Вид деятельности	Образовавшихся отходов, абс. кол-во тыс. т	Использованных и обезвреженных, % от абс. кол-ва
Добыча полезных ископаемых	2785159,2	65,7
Обрабатывающие производства	243864,2	35
Производство и распределение эл. энергии, газа и воды	70799,4	11,8

Наиболее вредны опасные и токсичные отходы, количество которых ежегодно увеличивается на несколько десятков млн. тонн. Ежегодно под полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) отчуждается порядка 10 тыс. га пригодных для использования земель, без учета площади земель, занимаемых многочисленными несанкционированными свалками. Решение вопросов использования в промышленности вторичных материальных ресурсов (ВМР), включая вопросы управления отходами, является сложной проблемой, включающей множество взаимосвязанных задач и требующей комплексного подхода. В системе управления отходами, выделяют ряд основных этапов развития [2]: 1) размещение отходов на свалках; 2) обустройство полигонов, включая системы очистки фильтрата сточных вод и утилизации биогаза (конец 70-х годов XX в.); 3) раздельный сбор твердых бытовых отходов (ТБО) (80-е годы

XX в.); 4) выделение органической части ТБО с последующим компостированием (90-е годы XX в.); 5) сортировка отходов с целью отбора ВМР, отделение органической части и твердых фракций, направляемых на сжигание или захоронение (нач. XXI в.). В настоящее время Россия находится на переходе от первого ко второму этапу и отстает в сфере ресурсосбережения от промышленно развитых стран по многим направлениям. В 1996 году была принята Федеральная целевая программа «Отходы» на период 1996–2000 гг., а в 1998 году был издан Федеральный закон об отходах производства и потребления, в рамках которых были намечены основные направления использования вторичных ресурсов и решены некоторые проблемы, но основные цели ресурсосбережения и широкого использования ВМР не были достигнуты. Для решения задач нормативного и правового регулирования в сфере обращения с отходами на меж-, внутригосударственном и региональных уровнях в последующие годы, был разработан ряд межгосударственных и государственных стандартов [3-7], содержащих рекомендации по использованию Общероссийского классификатора предприятий, объединений (ОКПО), Общероссийского классификатора объектов административно-территориального деления (ОКАТО) и др. Для достижения гармонизации межгосударственного взаимодействия, стандартами рекомендовано использовать соответствующие документы (ЕЭС), Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) и других международных организаций. В качестве основных аспектов в области регулирования обращения с отходами рассмотрены безопасность обращения и повторное вовлечение отходов в промышленное производство. При этом подчеркивается, что получение сырья переработкой ВМР по опыту других промышленно-развитых стран, в подавляющем большинстве случаев, экологичнее добычи природных ресурсов. Для организации переработки отходов производства и потребления необходимо проведение их классификации с целью выбора соответствующей технологии превращения их в ВМР. Работы в этой области были начаты в СССР в 80-е годы XX в. в организациях Госснаба, Госплана и ЦСУ. Был разработан классификатор-кодификатор отходов [8], представляющий собой укрупненный список (порядка 400 позиций), который сопровождался статистической информацией по каждому виду отходов с указанием наименования предприятия, где он образовался, его количество и т. д. Кроме того, действовали две основные формы учета отходов: первая форма статистической отчетности, заполнялась в соответствии с классификатором-кодификатором, а вторая форма учета представляла собой подробный классификатор отходов (более 10000 позиций), где каждому виду отходов присваивался двенадцатизначный код. Была разработана номенклатура отходов, приемлемых для вторичной переработки, и были проведены экономические расчеты эффективности намеченных мероприятий с прогнозом до 2000-го года. Предполагалось, в частности, благодаря использованию

вторичного полимерного сырья (в том числе отходов химических волокон) и регенерации отработанных масел сэкономить до 70% основного вида соответствующего сырья. После развала СССР указанные документы были отменены. Принятый в 1997 году Федеральный классификатор-кодификатор отходов (ФККО) был составлен по иерархическому принципу на основе шестиуровневой системы классификации, предполагающей классификацию по одному основному признаку. Впоследствии с целью гармонизации номенклатурного перечня отходов с соответствующим перечнем, действующим в других странах, в 2002 году данный документ был переработан. В действующем, в настоящее время в РФ, Федеральном классификационном каталоге отходов, сохранившем аббревиатуру ФККО, отходы систематизированы по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на ОПС. Общие классификационные признаки вида отхода, характеризуются тринадцатизначным кодом: первые восемь цифр используются для кодирования источника образования отхода; девятая и десятая цифры предназначены для кодирования агрегатного состояния и физической формы; одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств отхода (токсичность; взрывопожароопасность; высокая реакционная способность и т.д.); тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для ОПС. Отечественная нефтехимическая промышленность оказывает значительное негативное воздействие на окружающую природную среду [9]. При нефтедобыче, транспортировке и переработке нефти (нефтепродуктов) в результате применения устаревших технологий, аварийных разливов, несоблюдения установленных нормативов и т.п. происходит загрязнение всех компонентов биосферы. Защита воздушного бассейна от выбросов вредных веществ, очистка сточных вод нефтяных промыслов и нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ), ликвидация накопившихся и сокращение образующихся нефтесодержащих отходов – это основные экологические задачи, стоящие перед предприятиями нефтехимического комплекса. Потери от всей добытой нефти составляют 2% и, учитывая, что в РФ, в среднем, ежегодно добывается сотни млн. тонн (488 млн. т добыто в 2008 году), то количество нефти, попадающее в ОПС, составляет более 9 млн. тонн, и часть этих потерь сосредоточена в нефтяных шламах. Кроме того, в России эксплуатируются 36000 баз горюче-смазочных материалов и 2500 районных баз, через которые ежегодно проходит примерно 10 млн. т бензина и 20 млн. т дизельного топлива, и потери на этих базах, в результате испарений, утечек, проливов могут достигать до 690000 т в год [10]. По составу НШ очень разнообразны и являются сложными гетерогенными системами, состоящими из механических примесей (песка, глины и т.д.), минерализованной воды и нефти (нефтепродуктов). Соотношение данных компонентов зависит от источника образования, условий и продолжительности

хранения, и меняется в широком диапазоне. Свойства, только что образовавшихся нефтешламов и, пролежавших годы в шламонакопителях, существенно отличаются, т.к. из последних улетучились легкие фракции, жидкая мазутная фракция просочилась в почву, а оставшаяся часть дополнена включениями извне: атмосферными осадками, механическими примесями и т.д.

Рис. 1 - Схема образования и утилизации нефтяных шламов

В настоящее время отсутствует какой либо один универсальный, экологически допустимый, экономически оправданный и ресурсосберегающий способ утилизации НШ, и в каждом конкретном случае, в зависимости от источников образования, времени складирования, целей и задач производства, выбирают методы их утилизации.

На рис. представлена в общем виде схема образования, утилизации и вовлечения в производство НШ нефтяной отрасли. Известны методы утилизации НШ, которые условно подразделяют на деструктивные [11] и утилизационные. К деструктивным относят: термические, химические и биологические методы, при реализации которых, содержащиеся в НШ нефтепродукты, сжигаются, капсулируются или усваиваются углеродоводородоокисляющими микроорганизмами, т.е. практически теряются безвозвратно. При помощи утилизационных методов: физических (отстаивание, центрифугирование) и физико-химических (экстракция) производится извлечение из НШ нефтепродуктов, которые впоследствии могут быть возвращены в производственный цикл. Прямое использование некоторых типов НШ предполагает их непосредственное применение в качестве: смазки неответственных механизмов; средств, для предотвращения смерзания угля при транспортировке; антиадгезионной смазки форм при изготовлении железобетонных изделий и т.п. Утилизационные методы являются ресурсосберегающими, но экономическая эффективность их применения находится в зависимости от %-го содержания в НШ нефти (нефтепродуктов). Кроме того, экономическая целесообразность определяется количеством в НШ воды, механических примесей, необходимостью транспортировки и т.д. Одним из эффективных методов обезвреживания НШ является химический метод, заключающийся в смешивании нефтешламов, содержащих значительное количество механических примесей, с негашеной известью. В результате взаимодействия с влагой, содержащейся в НШ, происходит реакция гашения извести с выделением большого количества теплоты (порядка 1160 кДж на 1 кг химически чистой негашеной извести). Образующейся при этом гидроксид кальция адсорбирует имеющиеся в НШ нефтепродукты, образуя негигроскопичные и механически прочные капсулы. Эффективность переработки НШ по данной технологии, зависит от качества смешивания компонентов. В связи с тем, что распределение компонентов в смеси носит случайный характер и невозможно выбрать «ключевой» компонент, определение качества смешивания на основе расчетной концентрации крайне

затруднительно. Поэтому были проведены экспериментальные работы по смешиванию двух инертных композиций в лабораторном смесителе, разработанном в качестве физической модели промышленной установки. Компонентами для смешивания были выбраны промытый от глинистых примесей, просушенный и просеянный речной песок и поваренная соль мелкого помола. В процессе смешивания компонентов через определенные промежутки времени производили отбор проб, всего отобрали 196 проб с определением в них содержания соли. Содержание соли в пробах определяли растворением-промывкой соли, с последующей сушкой и взвешиванием проб. После определения концентрации соли в исследуемых пробах был составлен вариационный ряд, построены гистограмма и кривая нормального распределения. Для проверки гипотезы о нормальном распределении генеральной совокупности, заданной в виде последовательности равностоящих вариантов и соответствующих им частот, использовали критерий Пирсона. Сравнение эмпирических и теоретических частот при уровне значимости $\alpha = 0,05$ показало, что они отличаются незначимо, и гипотезу о нормальном распределении генеральной совокупности следует принять. Далее на промышленной площадке складирования нефтешламов, привезенных на переработку, после тщательного перемешивания, были взяты пробы, для определения влажности и содержания в них нефти (нефтепродуктов). Средние значения влажности и содержания нефти, соответственно, составили 6,0 и 5,5%. Был поставлен полный факторный эксперимент, где в качестве варьируемых факторов были выбраны: время смешивания ; влажность ; расход негашеной извести . В качестве функции отклика , был выбран показатель устойчивости получаемой продукции воздействию влаги, определяемый в соответствии методическими указаниями. Установлено, что на функцию отклика влияют все три фактора, но в наибольшей степени расход негашеной извести. По результатам проведенных работ были разработаны предложения по совершенствованию процесса обезвреживания НШ химическим методом и разработаны технические решения для модернизации действующей промышленной установки утилизации нефтешламов. В конце 70-х годов в промышленно-развитых странах начал формироваться комплексный подход к отходам, основанный на концепции «индустриального метаболизма» [12]. Сущность данной концепции заключается в том, что при проектировании производства продукции и обращения ее в сфере потребления, необходимо наметить пути обращения с отходами, образующимися на всех этапах, и учесть при этом все возможные затраты на утилизацию этих отходов. Условия рыночной экономики не способствуют регулированию обращения с отходами с целью вовлечения их в промышленное производство, т.к. это, как правило, экономически нерентабельно. Важная роль в концепции «индустриального метаболизма» отводится государству, т.к. оно как бы стоит над проблемой и

оценивает ситуацию интегрально, по всем этапам «жизненного цикла» изделия (продукции). Например, в США государственным учреждениям запрещено закупать для своей деятельности бумагу, при производстве которой использовано менее 30% макулатуры, а законодательство Франции обязывает производителей смазочных материалов использовать до 15% регенированных масел, несмотря на то, что затраты, связанные с регенерацией отработанных масел, выше себестоимости масел, произведенных с использованием первичных сырьевых ресурсов. Опыт промышленно-развитых стран показывает, что отсутствие спроса на вторичное сырье не влияет на сам процесс образования отходов и ориентирует систему на их накопление. Регулирование же процесса использования ВМР меняет спрос на вторичное сырье, перераспределяет материальные потоки, сберегает природные ресурсы и способствует снижению антропогенного негативного воздействия на ОПС. Решение вопросов, связанных с внедрением ресурсосберегающих технологий, не является проблемой только «производителя» отходов, а является целью общей системы обращения с отходами на всех ее иерархических уровнях: производственном, региональном и внутригосударственном. Поэтому для разрешения проблемы начала «разработки» антропогенно-техногенных месторождений вторичных сырьевых ресурсов, необходим научно-обоснованный концептуальный подход с подготовкой соответствующих Федеральных программ и законов