

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ВОЛГОГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ
РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

Г.К. Лобачева, В.Ф. Желтобрюхов,
И.И. Прокопов, А.П. Фоменко

Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки

Учебное пособие

Волгоград 2005

ББК 65.9 (2) -55я73

С66

Рецензенты:

зав. каф. ВМВС ВолгГТУ, д-р техн. наук, проф.,
акад. МААНОИ *О.И. Тужиков*;
директор НО ВМПЭФ «Регион-2», акад. МААНОИ
Т.Н. Володина

С66 **Состояние** вопроса об отходах и современных способах их переработки [Текст] : учеб. пособие / Г. К. Лобачева [и др.] .– Волгоград : Изд-во ВолГУ, 2005. – 176 с.

ISBN 5-85534-994-2

В пособии представлены современные тенденции в области управления, мониторинга, технических решений, связанных с заявленной тематикой. Подробно освещаются способы переработки полимерного сырья путем модификации полимеров, высокотемпературное обезвреживание супертоксикантов, способы очистки промышленных стоков. Представлена классификация промышленных отходов, а также способы их утилизации.

Данное пособие рекомендуется студентам вузов различных специальностей: экономистам, экологам, геоэкологам и природопользователям.

ББК 65.9 (2) -55я73

ISBN 5-85534-994-2



© Г.К. Лобачева, В.Ф. Желтобрюхов,
И.И. Прокопов, А.П. Фоменко, 2005
© Издательство Волгоградского
государственного университета, 2005

ВВЕДЕНИЕ

Проблема обращения с отходами возникла практически вместе с появлением на Земле человека. С нарастающими темпами шло увеличение количества отходов в окружающей среде. Но до определенного периода объемы отходов не вызывали ярко выраженной опасности. В настоящий же момент человеческое общество достигло таких вершин своего развития, что количество отходов производства и потребления приобрело угрожающие масштабы.

Проблема получила свою наибольшую актуальность в XX веке, когда свалки, отведенные для складирования и хранения отходов, начали занимать огромные площади. Эти земли впоследствии были полностью вычеркнуты из разряда подходящих к использованию из-за полной непригодности. Таким образом, просторы для сельскохозяйственных нужд существенно уменьшились. В развитых странах, например в США, эта тенденция достигла угрожающих размеров.

Возросла необходимость в принятии каких-либо мер по разрешению сложившейся ситуации. Ученые всего мира начали разрабатывать разнообразные способы по уничтожению и утилизации отходов, ведь переработать весь объем скопившегося мусора простым сжиганием, известным испокон веку, было уже невозможно. Во многих случаях это могло быть даже опасным из-за выделения при сгорании множества вредных веществ.

Теоретически использование вторичных сырьевых ресурсов должно давать немалую выгоду как в экономическом, так и социальном плане, поскольку оно позволяет сократить общее количество вовлекаемых в хозяйственный оборот природных

ресурсов, сэкономить энергию, затрачиваемую на процессы добычи и переработки сырья, уменьшить количество производимых промышленных отходов, защитить окружающую среду от ущерба, наносимого отходами.

На практике на пути широкой утилизации вторичных сырьевых ресурсов встают такие проблемы, как отсутствие экономически эффективных методов сбора и переработки отходов, а также рынков сбыта, недостаточное выявление областей применения вторичного сырья, имеющего новые потребительские свойства. Нередко издержки потребления вторичных ресурсов выше, чем первичных, и использование вторичного сырья сдерживается из-за финансовых затруднений.

В данном учебном пособии мы постарались рассмотреть основные способы переработки отходов, осветить вопрос складирования и хранения отходов на полигонах и свалках, посчитали необходимым затронуть вопрос паспортизации и сертификации отходов, без которых в современном обществе невозможно корректно обеспечить переработку.

Основные разделы книги изложены в соответствии со следующими законодательными и нормативными правовыми актами: Федеральный закон от 24.06 1998 года № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (в редакции федеральных законов от 29.12 2000 года № 169-ФЗ, от 10.01 2003 года № 15-ФЗ); Федеральный закон от 10.01 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»; Федеральный закон от 30.03 1999 года № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (в редакции федеральных законов от 30.12 2001 года № 196-ФЗ, от 10.01 2003 года № 15-ФЗ, от 30.06 2003 года № 86-ФЗ); ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»; ГОСТ 30773-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения»; ГОСТ 30774-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Паспорт опасности отходов. Основные требования»; ГОСТ 30775-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. Основные положения»; ГОСТ Р 51769-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Документирование и регулирование деятельности по обращению с

отходами производства и потребления. Основные положения»; Приказ Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 15.06 2001 года № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды»; Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов.

Авторский коллектив выражает глубочайшую благодарность студентке факультета управления и региональной экономики Шемета Анне Владимировне за помощь в подготовке данного учебного пособия.

ГЛАВА 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ

Отходы в общем виде подразделяются на две группы: отходы производства и отходы потребления.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства; вновь образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения. В отходы производства включаются вмещающие и вскрышные породы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, побочные и попутные продукты, отходы сельского хозяйства.

Отходы потребления – изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относятся и твердые бытовые отходы, образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

Законодательные акты (законы, постановления и т. д.), многие книги и научные труды ориентированы именно на такое подразделение отходов. В данном учебном пособии классификация отходов дана более детально. Это сделано для того, чтобы показать с помощью каких технологий, методов и способов осуществляется переработка различных отходов. Нашу классификацию представим на рис. 1.



Рис. 1. Классификация отходов

1.1. Сточные воды

Сточные воды – это сложные многокомпонентные растворы, содержащие растворимые и нерастворимые, агрессивные, токсичные, пожаро- и взрывоопасные вещества. Нередко в сточных водах находятся вещества, обладающие резким неприятным запахом: сульфиды, дисульфиды, метил-меркаптан, сероводород и другие.

Сточные воды представляют собой сложные гетерогенные системы загрязняющих веществ, которые могут находиться в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии. Сточные воды условно делятся на:

- бытовые;
- промышленные;
- ливневые (дождевые).

Они отличаются друг от друга происхождением, составом и биологической активностью. В настоящее время бытовые сточные воды в чистом виде практически не встречаются, за исключением небольших населенных пунктов или отдельных объектов (санатории, дома отдыха и т. д.).

Бытовые сточные воды образуются в результате практической деятельности и жизнедеятельности людей, характеризуются присутствием загрязнителей минерального и органического происхождения.

Минеральные соединения представлены солями аммония, фосфатами, хлоридами, гидрокарбонатами и другими соединениями. Минеральные вещества присутствуют в сточных водах в нерастворенном виде (5%), в виде суспензии (5%), коллоидах (2%) и в растворенном виде (30%).

Органические вещества бытовых сточных вод можно разделить на две группы: безазотистые и азотсодержащие. Основная часть безазотистых органических веществ представлена углеводами и жирами. Азотсодержащие соединения представлены белками и продуктами их гидролиза. Органические загрязнители присутствуют в сточных водах в растворенном виде (20%), в виде суспензии (5%), в виде коллоида (8%) и в виде нерастворенных веществ (15%). Особую форму загрязнителей представляют микроорганизмы, в том числе болезнетворные.

Промышленные сточные воды обладают большим разнообразием, их состав зависит от характера производственного процесса. В зависимости от состава примесей-загрязнителей и специфичности их воздействия на водные объекты производственные сточные воды могут быть условно разделены на несколько групп:

1. Сточные воды предприятий металлургии, гальванических цехов и некоторых других производств, содержащие неорганические примеси в виде солей тяжелых металлов со специфическими токсическими свойствами по отношению к водным организмам.

2. Воды с неорганическими примесями, не обладающими токсичным действием. К этой группе сточных вод можно отнести стоки рудообогатительных фабрик, цементных заводов. Примеси здесь находятся во взвешенном состоянии и не представляют собой опасности.

3. Воды, содержащие органические вещества со специфическими токсическими свойствами. Эту группу сточных вод составляют предприятия химической, нефтехимической промышленности, предприятия органического синтеза, нефтеперерабатывающие предприятия и др. В составе стоков присутствуют ПАВ, фенолы, ацетон, формальдегид, неорганические кислоты, жиры, нефтепродукты, хлориды и т. д.

4. Воды, содержащие нетоксичные органические примеси, попадание которых в водоемы ведет к снижению концентрации растворенного кислорода, возрастанию окисляемости. Концентрации и состав примесей-загрязнителей сточных вод зависят от технологии производства и могут быть определены в каждом конкретном случае специальными исследованиями.

Вместе со сточными водами предприятия химического и нефтехимического комплекта ежегодно выбрасывают значительное количество сульфатов, хлоридов, соединений фосфора и азота, нефтепродуктов, а также специфических веществ: формальдегида, метанола, бензола, сероводорода, сероуглерода, соединений тяжелых металлов, ртути, мышьяка, цианидов и др. Также предприятия являются источниками загрязнения подземных вод металлами, метанолом, фенолом и т. д.

Ниже представлены источники и характерные загрязнения сточных вод (см. табл. 1).

Источники и характерные загрязнения сточных вод

Производство минеральных удобрений и неорганических солей	Неорганические кислоты, щелочи, соли (фториды, сульфаты, фосфаты и др.)
Производство основного органического и нефтехимического синтеза	Жирные кислоты, ароматические соединения, спирты, альдегиды и др.
Производство синтетических смол, полимеров, синтетических волокон и т. д.	Высокомолекулярные вещества, мономеры, частицы полимеров и др.
Производство целлюлозы и бумаги	Волокно, сернистые соединения и хлориды, наполнители и др.
Нефтеперерабатывающие заводы, предприятия по термической переработке топлива	Нефтепродукты, масла и смолы, поверхностно-активные вещества и др.
Предприятия цветной металлургии	Свинец, медь, цинк, ртуть, хром и кадмий

Ливневые (дождевые) сточные воды также характеризуются большим разнообразием примесей. Качество и состав поверхностного стока зависят от множества факторов в том числе от общей санитарной обстановки территории населенных мест, видов и характеристики промышленных предприятий, режима таяния снега и т. д. Большое разнообразие местных условий делает невозможным привести усредненные показатели качества поверхностного стока в целом. Например, дождевые стоки металлургических заводов, горно-обогатительных фабрик, предприятий стройиндустрии характеризуются большим количеством взвешенных частиц; предприятия пищевой и легкой промышленности загрязняют поверхностные стоки органическими веществами, а ТЭЦ, деревоперерабатывающие и целлюлозно-бумажные комбинаты поставляют фенолы.

1.2. Осадки сточных, природных вод.

Донные илы

Наблюдающееся во всем мире явление обмеления рек и даже исчезновение малых рек и ручьев тесно связано с нару-

шениями их стока и увеличением содержания в воде загрязнений и переносимых примесей (взвесей и мусора). Это вызвано ростом гидротехнических сооружений на реках, отбором из рек воды на нужды человека и его хозяйства (как правило, не возвращаемой обратно) и загрязнениями как собственно речной воды, так и поступающих в реки стоков, и даже дождевой воды (из-за загрязнения атмосферы).

Немалую роль при этом могут играть и природные катастрофы, наводнения, рост которых связывают с потеплением климата, виной которого является также техногенное загрязнение природы.

Собственно же обмеление рек вызывается как ростом донных наносов (ила и других отложений), так и ростом придонных водорослей из-за снижения скорости течения и роста загрязнения воды, особенно органическими отходами.

Существенный вклад в заиливание и загрязнение рек и донных отложений вносит повсеместная деградация берегов рек и прибрежных лугов, ивовых зарослей и других кустов, стариц и болот, которые человек практически уничтожил, тем самым исключив естественный природный механизм очистки и регулирования попадания паводковых и дождевых вод в реки и открыв прямой доступ в реку стокам с ферм и полей, насыщенными бактериями, металлами, пестицидами и удобрениями.

Исследования ряда авторов свидетельствуют о накоплении в донных отложениях рек различных тяжелых металлов и их соединений, при этом широкое распространение имеет наиболее токсичный из них – кадмий.

Кислотные дожди и другие источники кислотного загрязнения воды приводят к тому, что на дне в малопроточных местах появляется слой слизи из водорослей, вызывающий гибель рыбы. Наибольший ущерб наносят при этом соединения серы и азота. Одним из видов донных илов является сапропель.

Сапропель в переводе с греческого языка означает «гниющий ил». Название «сапропель» было дано озерному илу в конце прошлого столетия Лаутернборном. Сапропель – вещество преимущественно биологического происхождения, образующееся под водой, на дне пресноводных водоемов из остатков планктонных и бентосных организмов, при большой роли бактериальных процессов, происходящих в поверхност-

ных слоях отложений при малом доступе кислорода. Сапропель состоит из илового раствора, скелета и коллоидного комплекса. В иловый раствор входит вода и растворенные в ней вещества: минеральные соли, низкомолекулярные органические соединения, витамины и ферменты. Скелет, или состав, сапропеля представляет собой неразложившиеся остатки растительного происхождения, а коллоидный комплекс – сложные органические вещества, которые придают сапропелю желеобразную консистенцию. Различие типов сапропелей заключается в соотношении сухих и органических веществ, минеральных элементов в иловом растворе, скелете и в коллоидном комплексе. Богатство различных соединений в сапропеле создается за счет многочисленных простейших организмов животного и растительного происхождения, а также приносимые в озера вещества.

Сапропели разделяются по химическому составу минеральной части на кремнеземистые, известняковые и смешанного типа.

По содержанию органического вещества сапропели подразделяются на две группы: на собственно сапропели, содержащие больше чем 50 % органического вещества, и на обедненные органическим веществом сапропели, имеющие его в своем составе 15–50 %.

Сапропель достаточно широко распространен на земном шаре. Его отложения встречаются преимущественно в области бывшего оледенения. Значительные запасы сапропеля существовали в некоторых странах Западной Европы (Германии, Голландии, Дании и др.). Их разработка началась намного раньше, чем в нашей стране, и они, в большинстве своем, уже истощены. В России же, напротив, много озер, богатых сапропелем, разработка которых только началась либо вообще не начиналась. По большей части они находятся в Ленинградской, Архангельской, Псковской, Московской, Ярославской Свердловской областях, в Западной Сибири¹.

¹ Сапропель. Историческая справка // Регионы России. 1999. № 4 (10).

1.3. Загрязненная почва, грунт

Из всех геофизических сред почвенный покров служит наиболее опасным звеном циркуляции промышленных и сельскохозяйственных токсических веществ.

Загрязнение земель происходит или путем непосредственного поступления загрязняющих веществ в почву, или концентрации в ней через выбросы в атмосферу.

Загрязненные земли – те, которые в результате поступления и концентрации в них загрязняющих веществ частично или полностью теряют свои продуктивные способности для выращивания сельскохозяйственных культур.

Категории загрязненности почв показаны в табл. 2 в соответствии с методическими указаниями по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами².

Таблица 2

**Принципиальная схема оценки
почв сельскохозяйственного использования,
загрязненных химическими веществами**

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т. п.)
II. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих и в воде местных водоисточников

² Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами № 4266-87 от 13 марта 1987 года.

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
III. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры. Использование под сельскохозяйственные культуры ограничено с учетом растительных-концентраторов	1. Кроме мероприятий, указанных для категории I, необходим обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях, продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений — продуктов питания рекомендуется их перемирование с продуктами, выращенными на чистой почве. 3. Ограничение использования зеленой массы на корм скоту с учетом растений концентраторов
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования	Мероприятия по снижению уровня загрязнения и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания сельскохозяйственных рабочих и в воде местных лесоводческих источников. Защитные полосы

1.4. Твердые и опасные отходы

Твердые бытовые отходы (ТБО) ³

Твердые бытовые (коммунальные) отходы, или «твердые муниципальные отходы» (Municipal Solid Waste), как их принято называть на Западе, — отбросы, не утилизированные в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей вещества. Исторически «муниципальными отходами» называли отходы, захоронением которых занимались городские власти. Однако в настоящее время в развитых странах значительное количество бытовых отходов собирается и перерабатывается не городскими коммунальными службами, а частными предприятиями, которые также имеют дело с промышленными отходами.

³ Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн, ECOLOGIA, 1996.

Муниципальные отходы имеют различное происхождение (именно поэтому термин «муниципальные отходы» предпочтительнее термина «бытовые отходы»: первый, кроме отходов, производимых населением, включает также отходы, производимые ресторанами, торговыми предприятиями, учреждениями, муниципальными службами) и различные свойства: часть муниципальных отходов, например, относится к опасным, — однако их объединяет то, что ответственность за их утилизацию ложится на городские власти.

Источники муниципальных отходов: жилые (индивидуальные и многоквартирные дома); хозяйственные (магазины, культурные заведения, предприятия общепита, гостиницы, бензоколонки); коммунальные службы (снос и строительство зданий, уборка улиц, зеленое строительство, парки, пляжи, остаточные продукты мусоросжигания и мусоропереработки); учреждения (школы, больницы, тюрьмы); промышленность; сельское хозяйство.

Примеры категорий отходов: бумага (газеты, офисная бумага, глянецовые журналы, бумага для компьютеров, картон); пластик (PET (бутылки из-под газированной воды), смешанный пластик, пенопласт, другой пластик (полиэтилен, ПВХ)); металл (ферромагнетики (стальные банки и т. д.), алюминий, другие неферромагнетики); стекло (прозрачное, коричневое («янтарное»), зеленое, другое (лампы, оконное и т. д.)); растительные отходы (листья, трава, ветки); деревянные отходы; покрышки; другие резиновые отходы; кожа; пищевые отходы; неорганика (камни, керамика); мелкие материалы (проходящие через 1,5 см сетку); текстиль; строительный мусор; опасные бытовые отходы (растворители, ядохимикаты); вещи, выброшенные целиком (холодильники, телевизоры); остаточные материалы (зола, ил).

Радиоактивные отходы (РАО)

Радиоактивные отходы — это побочные биологически или технически вредные вещества, которые содержат образовавшиеся в результате деятельности человека радионуклиды. Радиоактивные отходы (РАО) опасны прежде всего тем, что содержащиеся в них радионуклиды могут рассеиваться в биосфере и

вызывать различные генетические изменения в клетках живых организмов, в том числе и человека. Они классифицируются по различным признакам: агрегатному состоянию, по периоду полураспада, по удельной активности, по составу излучения и т. д. (см. рис. 2).

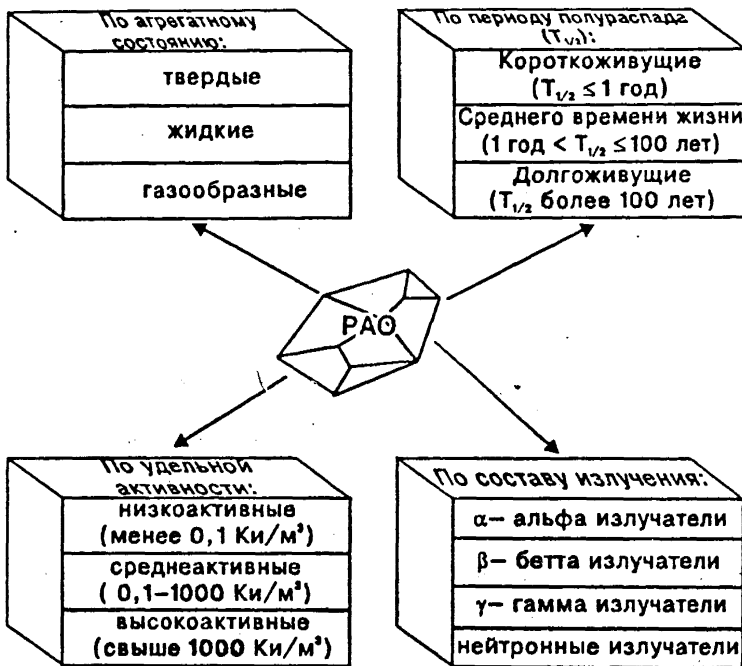


Рис. 2. Классификация радиоактивных отходов (РАО) по различным признакам

Среди радиоактивных отходов по агрегатному состоянию наиболее распространенными считаются жидкие, которые возникают на АЭС, на радиохимических заводах, в исследовательских центрах. Значительны также количества твердых РАО, в частности в реакторах АЭС общей электрической мощностью 1 ГВт за год образуется $300-500 \text{ м}^3$ твердых отходов, а от переработки облученного топлива еще 10 м^3 высокоактивных, 40 м^3 среднеактивных и 130 м^3 низкоактивных отходов.

Отравляющие вещества

К данной категории отходов относятся сильнодействующие ядовитые вещества (супертоксианты), в том числе запрещенные к использованию пестициды, ядохимикаты, просроченные лекарства, химическое оружие и т. д.

Весной 1997 года Парламентом РФ принят Федеральный закон «Об уничтожении химического оружия», в котором были определены главные приоритеты программы: безопасность и экологическая чистота процесса уничтожения химического оружия (УХО).

УХО имеет огромное международное значение. Ратификация Россией в ноябре 1997 года Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и об его уничтожении соответствует интересам национальной безопасности страны, так как без этого нельзя предотвратить распространение химического оружия на планете. Присоединение к Конвенции обеспечило России полноправное участие в формировании международной системы контроля, позволило оказывать влияние на выработку решений, обеспечивающих безусловное выполнение обязательств всеми государствами-участниками.

В Федеральном законе «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении» сказано, что Президент Российской Федерации устанавливает, исходя из положений Конвенции, сроки уничтожения химического оружия с учетом экономической ситуации в Российской Федерации и необходимости использования наиболее безопасных технологий его уничтожения. Это положение убедительно демонстрирует взвешенность и величайшую ответственность, с которыми Россия подходит к решению проблемы УХО.

В России в настоящее время хранится около 40 тыс. т боевых отравляющих веществ. Гонка разоружений обязывает полностью уничтожить все запасы химического оружия в стране до 2012 года.

Утилизация отравляющих веществ требует тщательной подготовки и огромной осторожности, в первую очередь долж-

на быть обеспечена безопасность населения, живущего в регионах утилизации.

В результате ликвидации химического оружия появятся так называемые «реакционные массы», которых будет в 4–5 раз больше, чем уничтоженного оружия. Из этих «отходов» предполагается получать материалы, которые будут применяться в химической промышленности. Например, из хлорида мышьяка можно добывать чистый мышьяк.

Промышленные отходы

К данной категории отходов относятся: отходы перерабатывающей промышленности, отходы транспорта, строительные отходы, отходы энергетики, отходы сельскохозяйственного производства.

Транспортные отходы – это материалы, которые были использованы при изготовлении транспортных средств: черные и цветные металлы, пластмассы, резинотехнические изделия, стекло, керамика, дерево, картон, текстильные материалы и др. Основными из них являются отработавшие свинцово-кислотные аккумуляторы, аккумуляторные электролиты, масляные фильтры, автомобильные масла, охлаждающие жидкости (тосол, антифриз), автопокрышки, отработавшие узлы и материалы транспорта, химические вещества и нефтепродукты, смываемые в процессе мойки транспорта, и твердый осадок автомоек.

Основные отходы сельскохозяйственного производства:

- навозохранилища;
- оставшиеся на полях ядохимикаты, удобрения и пестициды;
- остатки продукции растениеводства;
- не обустроенные могильники скота, погибшего во время эпидемий.

Хотя эти отходы имеют «точечный» характер, их большое количество и высокая концентрация в них токсичных веществ могут оказать заметное отрицательное воздействие на ОС.

Отходы, связанные с добычей полезных ископаемых

К данной категории отходов относятся отходы связанные: с добычей твердых полезных ископаемых (горнодобывающих производств); с добычей газообразных полезных ископаемых и с добычей жидких полезных ископаемых.

Отходы

медицинских (лечебно-профилактических) учреждений⁴

Под отходами медицинских учреждений понимаются все виды отходов, образующиеся в больницах, (общегородских, клинических, специализированных, ведомственных, в составе научно-исследовательских, учебных институтов); поликлиниках (в том числе взрослых, детских, стоматологических); диспансерах; станциях скорой медицинской помощи; станциях переливания крови; учреждениях длительного ухода за больными; научно-исследовательских институтах и учебных заведениях медицинского профиля; ветеринарных лечебницах; аптеках, фармацевтических производствах; оздоровительных учреждениях (санаториях, профилакториях, домах отдыха, пансионатах), лечебно-профилактических учреждениях; учреждениях судебно-медицинской экспертизы; медицинских лабораториях (в том числе анатомических, патологоанатомических, биохимических, микробиологических, физиологических); частных предприятиях по оказанию медицинской помощи.

Отходы медицинских учреждений подразделяются по степени их эпидемиологической, токсикологической и радиационной опасности на пять классов (см. табл. 3).

К образующимся отходам, в зависимости от их класса, предъявляются различные требования по сбору, временному хранению и транспортированию.

Смешение отходов различных классов на всех стадиях их сбора, хранения и транспортирования недопустимо.

⁴ Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений: Санитарные правила и нормы. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999. 20 с.

Таблица 3

Классификация медицинских отходов

Категория опасности	КЛАСС «А» Неопасные	КЛАСС «Б» Опасные (рискованные)	КЛАСС «В» Чрезвычайно опасные	КЛАСС «Г» Отходы, по составу близки к промышленным
Характеристика морфологического состава	Отходы, не имеющие контакта с биологическими жидкостями пациентов, инфекционными больными. Нетоксичные отходы. Пищевые отходы всех подразделений ЛПУ, кроме инфекционных (в том числе кожно-венерологических), фтизиатрических. Мебель, инвентарь, неисправное диагностическое оборудование, не содержащие токсичных элементов. Неинфицированная бумага, смет, строительный мусор и т. д.	Потенциально инфицированные отходы. Материалы и инструменты, загрязненные выделениями, в том числе кровью. Выделения пациентов. Патологоанатомические отходы. Органические операционные отходы (органы, ткани и т. п.). Все отходы из инфекционных отделений (в том числе пищевые). Отходы из микробиологических лабораторий, работающих с микроорганизмами 3—4 групп патогенности. Биологические отходы вивариев	Материалы, контактирующие с больными особо опасными инфекциями. Отходы из лабораторий, работающих с микроорганизмами 1—4 групп патогенности. Отходы фтизиатрических, микологических больниц. Отходы от пациентов с анаэробной инфекцией	Просроченные лекарственные средства, отходы лекарственных и диагностических препаратов, средства, не подлежащие использованию, с истшим сроком годности. Гистостатики и другие препараты. Ртутьсодержащие предметы, приборное оборудование

ГЛАВА 2. ХРАНЕНИЕ (СКЛАДИРОВАНИЕ, РАЗМЕЩЕНИЕ) ОТХОДОВ

2.1. Хранение отходов

С традиционными свалками обычно связано множество проблем: они являются рассадниками грызунов и птиц, загрязняют водоемы, самовозгораются, ветер может сдувать с них мусор и т. д. В 50-х годах впервые начинают внедряться так называемые «санитарные полигоны», на которых отходы каждый день пересыпаются почвой.

Свалка, или полигон по захоронению отходов, представляет собой сложнейшую систему, подробное исследование которой началось только недавно. Дело в том, что большинство материалов, которые размещают на полигонах, появились, как и сами современные полигоны, не более 20–30 лет назад. Никто не знает, за какое время они полностью разложатся. Когда ученые приступили к раскопке старых полигонов, они обнаружили удивительную вещь: за 15 лет 80 % органического материала, попавшего на полигон, не разложилось. Иногда удавалось прочитать откопанную на свалке газету 30-летней давности. Современные полигоны оборудованы таким образом, чтобы не допустить контакта отходов с окружающей средой. По иронии, именно вследствие этого разложение отходов затруднено, и они представляют из себя своеобразную «бомбу замедленного действия».

При недостатке кислорода органические отходы на свалке подвергаются анаэробному брожению, что приводит к форми-

рованию свалочного (мусорного) газа. В недрах свалки также образуется весьма токсичная жидкость («фильтрат»), попадание которой в водоемы или в подземные воды крайне нежелательно⁵ (см. табл. 4⁶).

Таблица 4

Состав свалочного (мусорного) газа и его свойства

Компонент	Свойства
Метан	Нетоксичен, взрывоопасен при содержании в воздухе 5–15 %, легче воздуха, температура вспышки 600 °С
Углекислый газ	Ядовит, не горюч, тяжелее воздуха
Оксись углерода	Токсичен
Водород	Горюч
Сероводород	Токсичен
Меркаптан	Токсичен, имеет неприятный запах

Объектами для хранения (складирования, размещения) отходов являются:

- полигоны по обезвреживанию и захоронению промышленных и бытовых отходов, шламонакопители, хвостохранилища и другие сооружения, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с проектами;
- санкционированные свалки, то есть разрешенные органами исполнительной власти территории (существующие площадки) для размещения промышленных и бытовых отходов, но не обустроенные в соответствии с СНИП, являются временными, подлежат обустройству в соответствии с указанными требованиями или закрытию в сроки, необходимые для проектирования и строительства полигонов, отвечающих требованиям СНИП.

Полигоны твердых бытовых отходов (ТБО)⁷ являются специальными сооружениями, предназначенными для изоляции

⁵ Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн, ECOLOGIA, 1996.

⁶ Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах? // Экологический вестник России. 1998. № 3.

⁷ Постановление Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30 мая 2001 года № 16 «О введении в действие санитарных правил».

и обезвреживания ТБО, и должны гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения. На полигонах обеспечивается статическая устойчивость ТБО с учетом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигонов. Полигоны могут быть организованы для любых по величине населенных пунктов.

Рекомендуется создание централизованных полигонов для групп населенных пунктов. Выбранный участок для устройства полигона должен иметь санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии его санитарным правилам.

Организацией, эксплуатирующей полигон, разрабатываются регламент и режим работы полигона, инструкции по приему бытовых отходов с учетом требований производственной санитарии для работающих на полигоне, обеспечивается контроль за составом поступающих отходов, ведется круглосуточный учет поступающих отходов, осуществляется контроль за распределением отходов в работающей части полигона, обеспечивается технологический цикл по изоляции отходов.

На полигоны твердых бытовых отходов принимаются отходы из жилых домов, общественных зданий и учреждений, предприятий торговли, общественного питания, уличный, садово-парковый смет, строительный мусор и некоторые виды твердых промышленных отходов III–IV класса опасности, а также неопасные отходы, класс которых устанавливается экспериментальными методами. Список таких отходов согласовывается с центром Госсанэпиднадзора в территории (далее территориальным ЦГСЭН).

Отдельно для каждого объекта размещения отходов составляется характеристика (см. табл. 5) ⁸.

⁸ Положение о порядке подготовки (разработки), рассмотрения проектов «Нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» и выдачи лимитов на размещение отходов (Разрешений) предприятиям и организациям г. Москвы от 15.09 2003 года № 1037-п.

Характеристика объекта размещения отходов

1. Инвентарный номер объекта	
2. Назначение объекта (код для машинной обработки)	
3. Наименование объекта размещения отходов и его видов (код для машинной обработки) 3.1. Наименование 3.2. Код для машинной обработки	
4. Состояние объекта размещения отходов (код для машинной обработки)	
5. Место нахождения объекта размещения отходов 5.1. Ф. И. О. инд. предпринимателя или наименование юрид. лица полное 5.2. Наименование юрид. лица краткое 5.3. ИНН 5.4. Адрес юридический 5.5. Адрес почтовый 5.6. Телефон 5.7. Факс 5.8. E-mail 5.9. Код для машинной обработки	
6. Географические координаты 6.1. Широта 6.2. Долгота	
7. Документ о землеотводе 7.1. Дата 7.2. Номер	
8. Наличие проекта	
9. Год ввода в эксплуатацию	
10. Год окончания эксплуатации	
11. Площадь объекта, га	
12. Ширина СЗЗ, м	
13. Виды отходов, разрешенных к эксплуатации 13.1 Код вида отходов по ФККО 13.2. Наименование вида отхода по ФККО 13.3. Количество, т 13.4. Способ хранения	
14. Вместимость, т	
15. Мощность, т/год	
16. Накоплено, т	
17. Заключение ГЭЭ 17.1. Наименование органа	
18. Вид территории, на которой находится объект 18.1. Код для машинной обработки 18.2. Наименование территории 18.3. Расстояние, м	
19. Системы защиты окружающей среды (код для машинной обработки) 19.1. Код для машинной обработки 19.2. Наименование	

20. Системы мониторинга окружающей среды (код для машинной обработки) 20.1. Код для машинной обработки 20.2. Наименование	
21. Ближайший водный объект 21.1. Наименование 21.2. Расстояние, км	
22. Ближайший населенный пункт 22.1. Название 22.2. Расстояние, км	
23. Категория потенциальной экологической опасности	
24. Дата и номер регистрации в ГРОРО 24.1. Дата 24.2. Номер	

Обезвреживание твердых, жидких и пастообразных отходов, обладающих радиоактивностью, осуществляется на специальных полигонах, организованных в соответствии с основными санитарными правилами обеспечения радиационной безопасности.

Захоронение и обезвреживание твердых, пастообразных отходов промышленных предприятий (1–2 класса опасности), в которых содержатся токсичные вещества, тяжелые металлы, а также горючие и взрывоопасные отходы, должно производиться на полигонах, организованных в соответствии с санитарными правилами о порядке накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов.

Трупы павших животных, конфискаты боен мясокомбинатов на полигоны твердых бытовых отходов не допускаются.

На полигонах твердых бытовых отходов осуществляется прием твердых отходов лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) в соответствии с правилами сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений.

На полигонах не разрешается сбор вторичного сырья непосредственно из мусоровозного транспорта. Сортировка и селективный сбор отходов допускаются при соблюдении санитарно-гигиенических требований.

Территориальный ЦГСЭН осуществляет санитарный надзор за устройством и эксплуатацией полигонов в соответствии с ежегодными графиками работы, руководствуясь настоящими правилами, а также утвержденными Министер-

ством здравоохранения Российской Федерации гигиеническими нормативами (ПДК) для химических веществ в почве и оценочными показателями санитарного состояния почвы; дает заключение об использовании территории бывшего полигона.

Безопасная эксплуатация полигона подразумевает следующие меры ⁹ :

- процедуры исключения опасных отходов и ведение записи по всем принимаемым отходам и точным координатам их захоронения;
- обеспечение ежедневного покрытия сваливаемых отходов грунтом или специальной пеной для предотвращения разнеса отходов;
- борьба с переносчиками болезней (крысами и т. д.) (обычно обеспечивается использованием ядохимикатов) ;
- откачка взрывоопасных газов из недр свалки (затем метан может быть использован для производства электричества – по всей Великобритании подобные установки производят 80 МВт) , для этого в нее должны быть встроены специальные вертикальные перфорированные трубы;
- на полигон должен осуществляться только контролируемый доступ людей и животных, периметр необходимо огораживать и охранять;
- гидротехнические сооружения должны минимизировать попадание дождевых стоков и поверхностных вод на полигон, а все поверхностные стоки с полигона должны направляться на очистку; жидкость, которая выделяется из отходов не должна попадать в подземные воды, для этого создаются специальные системы гидроизоляции; эта жидкость должна собираться системой дренажных труб и очищаться перед попаданием в канализацию или природные водоемы;
- регулярный мониторинг воздуха, грунтовых и поверхностных вод в окрестностях полигона.

⁹ Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн, ECOLOGIA, 1996.

2.2. Гигиенические требования к размещению полигонов твердых бытовых отходов¹⁰

При выборе участка для устройства полигона ТБО следует учитывать климатогеографические и почвенные особенности, геологические и гидрологические условия местности. Не допускается размещение полигонов на территории зон санитарной охраны водоисточников и минеральных источников; во всех зонах охраны курортов; в местах выхода на поверхность трещиноватых пород; в местах выклинивания водоносных горизонтов, а также в местах массового отдыха населения и оздоровительных учреждений.

Размер санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона равен 500 м. Кроме того, размер санитарно-защитной зоны может уточняться при расчете газообразных выбросов в атмосферу. Границы зоны устанавливаются по изолинии 1 ПДК, если она выходит из пределов нормативной зоны. Уменьшение санитарно-защитной зоны производится в установленном порядке. На участке, намеченном для размещения полигона для бытовых отходов, проводится санитарное обследование, геологические и гидрологические изыскания. Перспективными являются места, где выявлены глины или тяжелые суглинки, а грунтовые воды находятся на глубине более 2 м.

Не используются под полигоны болота глубиной более 1 м и участки с выходами грунтовых вод в виде ключей. Целесообразно участки под полигоны выбирать с учетом наличия в санитарно-защитной зоне зеленых насаждений и земельных насыпей.

Участок для устройства полигона ТБО должен отводиться в соответствии с утвержденным генеральным планом или проектом планировки и застройки города и его пригородной зоны. Полигон ТБО желательно размещать на ровной территории, исключающей возможность смыва атмосферными осадками части отходов и загрязнения ими прилегающих земельных площадей и открытых водоемов, вблизи расположенных населенных пунктов. Допускается отвод земельного участка под поли-

¹⁰ Постановление Министерства здравоохранения Российской Федерации от 30 мая 2001 года № 16 «О введении в действие санитарных правил».

тоны ТБО на территории оврагов, начиная с его верховьев, что позволяет обеспечить сбор и удаление талых и ливневых вод путем устройства перехватывающих нагорных каналов для отвода этих вод в открытые водоемы.

Санитарно-эпидемиологическое заключение о соответствии гигиеническим требованиям выбранного участка для устройства полигонов ТБО выдает территориальный ЦГСЭН.

Полигон состоит из двух взаимосвязанных территориальных частей: территория, занятая под складирование ТБО, и территория для размещения хозяйственно-бытовых объектов.

Устройство полигонов ТБО должно осуществляться в соответствии с установленным порядком по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов.

По всей площади участка складирования предусматривается устройство котлована с целью получения грунта для промежуточной и окончательной изоляции уплотненных ТБО. Грунт из котлованов складировается в отвалах по периметру полигона.

Принимая во внимание объем годовых атмосферных осадков, испарительную способность почв и влажность складироваемых ТБО, учитывают возможность образования в их толще жидкой фазы – фильтрата.

Для полигонов, принимающих менее 120 тыс. м³ ТБО в год, рекомендуется траншейная схема складирования ТБО. Траншеи устраиваются перпендикулярно направлению господствующих ветров, что препятствует разносу ТБО. Грунт, полученный от рытья траншей, используется для их засыпки после заполнения ТБО.

Основание (днище) траншеи в климатических зонах, где возможно образование фильтрата, должно быть не менее чем на 0,5 м заглублено в глинистые грунты.

Длина одной траншеи должна устраиваться с учетом времени заполнения траншей:

- в период температур выше 0 °С в течение 1–2 месяцев;
- в период температур ниже 0 °С – на весь период промерзания грунтов.

Складирование ТБО в воду на болотистых и заливаемых паводковыми водами участках не допускается. До использования таких участков под полигон ТБО на них необходимо устроить подсыпку инертными материалами на высоту, превышающую на 1 м максимальный уровень поверхностных или паводковых вод. При под-

сыпке устраивается водоупорный экран. При наличии грунтовых вод на глубине менее 1 м на поверхность наносится изолирующий слой с предварительным осушением грунта.

Закрытие полигона осуществляется после отсыпки его на предусмотренную высоту. На полигонах, срок эксплуатации которых менее пяти лет, допускается отсыпка в процессе на 10 %, превышающая предусмотренную вертикальную отметку с учетом последующей усадки.

Последний слой отходов перед закрытием полигона перекрывается окончательно наружным изолирующим слоем грунта.

Использование территории рекультивируемого полигона под капитальное строительство не допускается.

2.3. Методы складирования ТБО на полигонах-свалках

Полигоны (санитарные свалки) оборудуются по специальной технологии. Дно свалки планируется с небольшим уклоном, на котором выстилается прочная полиэтиленовая пленка.

Ежедневно поверхность пленки, засыпанной отходами, уплотняется специальными катками, затем засыпается слоем грунта (песка, глины) и снова уплотняется. Потом опять накладывается пленка, и так каждый день.

Внизу свалки имеется сток и сборник жидкостей, фильтрующихся из отходов и грунта, которые по мере наполнения выводятся на переработку.

По заполнении последних слоев до нулевой отметки проводится планировка рельефа, посадка травы и растений. Известно, что через несколько лет на месте санитарных свалок можно устраивать поля для гольфа. При этом, чем лучше отсортированы отходы, тем меньше вероятность просадки грунта в последующие годы.

В последнее время после сортировки ТБО стали применять прессование отходов в брикеты со значительным уменьшением их объема. Это увеличивает срок службы санитарных полигонов в 3–5 раз и уменьшает просадку грунта в дальнейшем.

Экономический анализ показывает, что для строительства заводов по уничтожению ТБО требуется примерно в 5–6 раз больше капиталовложений, чем для полигонов.

ГЛАВА 3. УТИЛИЗАЦИЯ И ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

3.1. Очистка сточных вод

Сточные воды от вредных примесей, очищают *механическими, физико-механическими, электрохимическими, биохимическими и термическими* методами (см. рис. 3).

Механическая очистка сточных вод обычно предшествует биологической и физико-механической очистке, сооружения механической очистки обычно составляют первую очередь строительства станций аэрации. Механическую очистку сточных вод применяют при отделении нерастворимых примесей путем процеживания, отстаивания, фильтрования. В сооружениях механической очистки сначала отделяют наибольшие по размеру частицы загрязнения, затем тяжелые взвеси, а на заключительном этапе – тонкодисперсные нерастворенные загрязнения. При механической очистке используется различное оборудование.

Решетки устанавливаются на всех очистных станциях. Ширину зазоров решетки принимают равной 16 мм, скорость протока сточных вод не должна превышать 1 м/с. Применяются решетки с ручной и механической очисткой.

Песколовки применяются для выделения из сточных вод тяжелых примесей (песка, окалины) с гидравлической крупностью 13,2–24,2 мм при скорости движения сточных вод 0,08–0,03 м/с. Наибольшее распространение получили горизонтальные и аэрируемые песколовки, позволяющие удалить из сточных вод до 70–80 % песка.

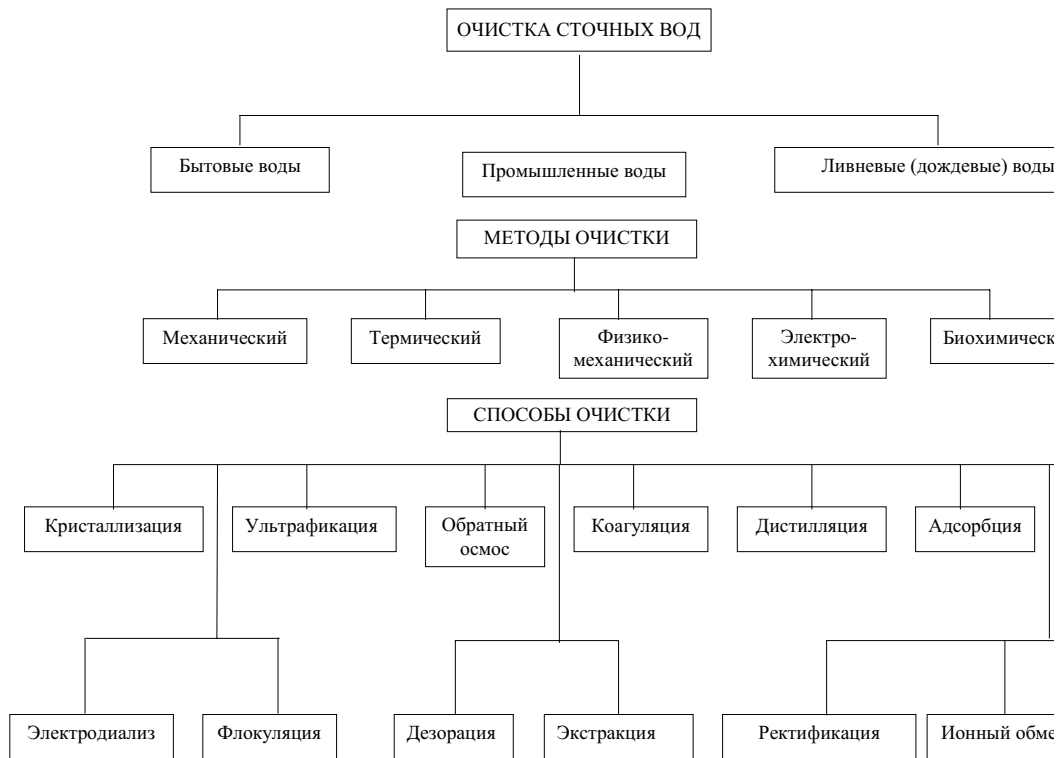


РИС. 3. Очистка сточных вод

Отстойники различных конструкций применяют для гравитационного выделения из сточных вод нерастворяющихся грубодисперсных примесей. По направлению движения основного потока воды различают отстойники: вертикальные, диагональные, горизонтальные и радиальные.

Тонкослойные отстойники используют для очистки сточных вод от взвешенных веществ однородного состава. Высокую эффективность показали отстойники с вращающимся сборно-распределительным устройством конструкции И.В. Скирдова.

Преаэраторы применяются для более глубокого осветления сточных вод, а также для лучшей подготовки к последующей биологической очистке.

Биокоагуляторы помимо аэрации воздухом предполагают использование активного ила. Обычно преаэратор (или биокоагулятор) и отстойник совмещены в одном сооружении.

Нефтеловушки применяются для очистки сточных вод, содержащих грубодиспергированные нефтепродукты, жиры, смолы, парафины при концентрации свыше 100 мг/л. Нефтеловушки бывают горизонтальные, радиальные и многоярусные. Наиболее широко применяются горизонтальные многосекционные нефтеловушки с числом секций до 4 штук. Нефтеловушки, как и другие механические улавливатели, не задерживают тонкоэмульгированные и растворенные нефтепродукты.

Гидроциклоны применяют для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей под воздействием центробежных сил. Часто используются в качестве первой ступени очистки сточных вод. В гидроциклонах обеспечивается отделение песка и минеральных частиц диаметром 0,1–0,15 мм и плотностью 1,2 г/см³ и более.

Фильтры широко используют для очистки и доочистки сточных вод от тонкодисперсных примесей, не улавливаемых другими методами механической очистки.

Фильтры могут быть однослойными и многослойными.

Для очистки городских сточных ливневых вод используются сетчатые фильтры с бактерицидными лампами, устанавливаемые перед фильтрами с зернистой загрузкой. Конструктивно фильтры могут быть однослойными, двухслойными, каркасно-засыпными, аэрируемыми и с плавающей загрузкой. В качестве фильтрующей загрузки применяют кварцевый песок, ке-

рамзит, керамическую крошку, пористую керамику, горные породы, дробленый антрацит и др. Крупность зерен фильтрующей загрузки принимают 0,5–2 мм, высота фильтрующего слоя 0,7–2 м. Фильтрующая загрузка может быть из одного материала (однослойные), из двух материалов различной плотности – керамзит и песок, антрацит и мраморная крошка (двухслойный скорый), из нескольких фильтрующих материалов (многослойный скорый).

Физико-механические методы очистки применяют для удаления из сточных вод суспензированных и эмульгированных примесей, а также растворенных неорганических и органических веществ.

Эти методы в большинстве случаев требуют применения дорогих реагентов, однако ввиду их эффективности, а иногда невозможности решить задачу другим способом, их широко применяют в промышленности, особенно для очистки многокомпонентных сточных вод с малой концентрацией загрязнений.

Приготовленные в реагентном хозяйстве соответствующие растворы коагулянтов и флокулянтов подаются дозирующим насосом в смеситель, где они смешиваются со сточной водой в течение нескольких минут. Затем вода поступает в камеры хлопьеобразования, которые могут быть перегородчатыми (с движением воды в горизонтальной плоскости) или вихревыми (вода движется снизу вверх, как в вертикальном отстойнике). Время пребывания воды в перегородчатых камерах 20–30 мин, в вихревых 6–10 мин. После образования хлопьев вода поступает на механические очистные устройства – отстойники, гидроциклоны.

Сточные воды, содержащие фенол, после механической очистки поступают в экстрактор, представляющий собой механический резервуар с перегородками или мешалками. Сверху подают сточную воду, снизу – экстрагент, имеющий меньшую плотность, чем вода, вследствие чего он поднимается вверх, а вода опускается вниз, образуя противоток, и отдает фенол экстрагенту. Очистка экстракцией очень эффективна.

Практическое применение находят **методы электрохимической очистки** стоков, содержащих металлы, кислоты и щелочи, которые позволяют одновременно с очисткой извлекать и использовать основную массу ценных продуктов.

Электрохимические методы очистки применяют в случаях, когда выделение загрязнений возможно только в результате химических реакций между загрязнителями и вводимыми реагентами с образованием новых веществ, легко удаляемых из сточных вод. При химической очистке протекают реакции конденсации, окисления, нейтрализации, в результате которых получают нетоксичные или менее токсичные вещества, растворимые в воде соединения превращаются в нерастворимые и легко отделяются, кислые и щелочные стоки нейтрализуются. Этот метод очистки требует большого расхода реагентов, кроме того, образующиеся новые, пусть нетоксичные, соединения все же загрязняют водоем и требуют дополнительной очистки другими способами. Однако в ряде случаев применение химического метода очистки неизбежно.

Биохимическая очистка сточных вод основана на способности некоторых микроорганизмов разрушать органические и некоторые неорганические соединения (сульфиды, соли аммония), превращая их в безвредные продукты окисления: воду, двуокись углерода, нитрат- и сульфат-ионы и др. Очищенные биохимическим способом сточные воды отвечают санитарно-гигиеническим требованиям и рыбохозяйственным нормативам, их можно спускать в водоемы, а также использовать в оборотном водоснабжении. Целесообразна биохимическая очистка промышленных сточных вод совместно с хозяйственно-бытовыми водами, так как последние приносят азотистые вещества, необходимые для питания и размножения микроорганизмов. Недостатком биохимической очистки является малая скорость окислительных процессов, вследствие чего необходимы очистные сооружения больших объемов.

Биохимическая очистка является завершающей стадией очистки сточных вод химических и нефтеперерабатывающих предприятий.

Метод термической очистки сточных вод заключается в полном окислении при высокой температуре (при сторании) загрязняющих веществ с получением нетоксичных продуктов сторания и твердого остатка.

Возможны различные варианты применения термического метода, начиная от полного уничтожения стоков или загрязненного ила с небольшим количеством твердого остатка и

до значительного уменьшения (упаривания) их, после чего концентрированные растворы можно либо захоронить в отвалах, либо использовать для получения ценных продуктов. Но в любом варианте термическая очистка исключает загрязнение стоками водоемов, это является ее большим достоинством. При термической очистке используется оборудование: выпарные аппараты, распылительные сушилки, аппараты для получения твердого продукта и др.

Способы очистки сточных вод. Одним из перспективных способов очистки сточных вод является *ионный обмен*. Ионитами можно извлекать из сточных вод соединения мышьяка и фосфора, цианистые соединения и радиоактивные вещества, соли тяжелых металлов: хрома, никеля, цинка, свинца, ртути и др. Для очистки используют синтетические ионообменные смолы.

Очистка происходит в аппаратах периодического и непрерывного действия. Аппарат периодического действия загружают слоем смолы высотой 1,5–2,5 м. Процесс очистки состоит из чередующихся между собой стадий сорбции, регенерации и промывки от регенерируемого реагента. В аппаратах непрерывного действия смола движется по замкнутому контуру, последовательно проходя стадии сорбции, регенерации и промывки.

Широкое распространение получает способ очистки стоков путем *обратного осмоса* (гиперфильтрации), при котором очищаемые стоки непрерывно фильтруются под давлением через полупроницаемые мембраны разных видов, задерживающие частично или полностью молекулы или ионы растворенного вещества. В частности, с помощью мембран удается достичь 93 % очистки сточных вод от хрома.

Преимущество этого способа: простота аппаратуры, работа при обычной температуре, очистка воды от неорганических, органических и бактериальных загрязнений, малая зависимость эффективности очистки от концентрации загрязнений, возможность использования ценных продуктов. Недостатки – высокая стоимость мембран и их быстрая изнашиваемость.

Эффективным считается сочетание мембранного способа и ионообмена.

Используется очистка *ультразвуковыми колебаниями* сточных вод, содержащих фенолы, поверхностно-активные вещества (ПАВ), цианиды и другие трудноокисляющиеся вещества.

3.2. Очистка осадков сточных, природных вод, донных илов

Основные направления переработки и утилизации осадков сточных вод приведены на рис. 4.

В настоящее время речной донный ил и отложения могут использоваться только после его специальной переработки в качестве строительных материалов или сырья для них.

Для исключения загрязнения окружающей среды необходимо предварительное обезвоживание донных отложений, но это требует больших затрат и применения сложных технологий. Обезвоженный загрязненный ил может использоваться и для создания искусственных островов и прибрежных территорий, но с применением технологии его контейнеризации внутри бетонных блоков, как это практикуется для твердых отходов в Японии и Англии.

Перспективны работы по разработке технологий использования илов для различных строительных смесей и растворов, что обеспечит снижение стоимости строительных материалов.

При большом содержании органических веществ в донных отложениях после обезвоживания возможно применение их в качестве топлива или источника газа, а также как субстрат для микроорганизмов бактерий при производстве активного ила, который может быть использован для очистки сточных вод в аэротенках. В таком иле активно размножается микрофлора, поглощающая и разлагающая вредные органические и неорганические вещества стоков и донных отложений.

Следует отметить, что утилизация донных отложений после их обезвоживания путем сжигания может приводить к существенным выбросам в атмосферу тяжелых металлов с частицами летучей золы и образованию диоксинов, поэтому перспективно применение для этих целей технологии пиролиза токсичных отходов.

Таким образом, использование донных отложений рек в условиях современного их существенного загрязнения возможно только после детальной разработки, применения средств

очистки, обезвоживания или нейтрализации содержащихся в этих отложениях загрязняющих веществ, особенно тяжелых металлов.

Использование сапропеля. Сапропелевые отложения можно разделить по содержанию в них органического вещества на четыре типа: органические (зольность до 30 %), органоминеральные (зольность 30–50 %), минерально-органические (зольность 50–70 %) и минерализованные (зольность 70–85 %).

Многообразие классификаций и типологических характеристик сапропелей объясняется сложностью их строения и древностью происхождения.

Важной особенностью органической части сапропеля является высокое содержание (до 50 %) гуминовых соединений. Гуминовые кислоты, содержащиеся в сапропелях, имеют различные уровни химической активности, а от этого зависит бактерицидное действие сапропелей. Более выраженным антимикробным действием обладают гуминовые кислоты кремнеземных сапропелей.

Гуминовые кислоты являются основной группой биологически активных веществ в сапропелях. В среде сапропелей развивается специфическая микрофлора, которая обогащает их биологически активными веществами – а-, б-каротины, хлорофилл, ксантофиллы, стерины, органические кислоты, спирты, гормоноподобные вещества и другие соединения. Ценную группу биологически активных веществ образуют витамины, среди которых выделены в сапропелях различных регионов страны витамины группы В (V_1 , V_2 , V_3 , V_6 , V_{12}), С, Е.

В зависимости от состава сапропели используются:

- в виде кормового средства;
- в виде минеральной подкормки;
- в виде витаминно-минеральной подкормки;
- в составе белково-витаминно-минерального комплекса;
- в качестве наполнителя при изготовлении премиксов;
- в виде экстракта.

Сапропель давно привлекает внимание ученых и практиков как ценное органическое и органоминеральное сырье для различных отраслей народного хозяйства. Для реше-

ния проблемы применения сапропеля в 1919 году был создан Сапропелевый комитет, куда вошли лучшие ученые того времени. За годы работы Сапропелевого комитета (1919–1932) был выполнен громадный объем научно-исследовательских и прикладных работ по применению сапропеля в сельском хозяйстве, животноводстве, птицеводстве, различных отраслях промышленности, медицине, бальнеологии. Уже в то время в результате химической переработки из сапропеля было получено много ценных продуктов: моторное топливо, различные масла, кокс, светильный газ, уксусная кислота, метиловый спирт, воск, изоляционные материалы и др. Только открытие и разработка богатых нефтяных месторождений в России приостановило развитие химической переработки сапропеля.

Еще во времена Сапропелевого комитета была обоснована возможность промышленного использования сапропеля в ветеринарии, медицине, бальнеологии, в производстве строительных материалов. В последующие годы трудами многих научных коллективов, отдельных ученых и практиков показано множество направлений его переработки, например: производство строительных материалов (пористая керамика, тепло- и звукоизоляционные материалы, спецзаполнители бетона), металлургия, формовочные смеси, нефте- и газодобыча, бурильные растворы, химическая и термическая переработка (топливо, химические продукты, углеродистые материалы, сорбенты), медицина (бальнеология, фармакология, косметология), сельское хозяйство (ветеринария, кормопроизводство (добавка в корм животным и птицам, гранулированные комбикорма, выращивание дрожжей), удобрения (нейтрализация почв, органоминеральные гранулированные смеси), сорбенты для утилизации стоков)¹⁴.

¹⁴ Сапропель. Историческая справка // Регионы России. 1999. № 4 (10).



Рис. 4. Очистка осадков сточных вод

3.3. Очистка загрязненных почв и грунтов

Нефть и нефтепродукты являются одним из самых распространенных и опасных загрязнителей почв. Среди мер, принимаемых с целью охраны окружающей среды от указанных загрязнителей, важное место занимает биоремедиация почв, на основе способности некоторых микроорганизмов к деградации нефти и нефтепродуктов. Используемые методы основаны как на активизации аборигенной микрофлоры загрязненных объектов, так и на использовании соответствующих биопрепаратов.

Эффективная биоремедиация почв требует обязательного наличия комплекса аналитических исследований, агротехнологических и биотехнологических мероприятий, включающих анализ характера и глубины загрязнения, состава и активности аборигенной микрофлоры, механической стадии предобработки загрязненных объектов.

Технология очистки грунтов от нефтепродуктов включает:

- определение уровня загрязнения грунтов по глубине и по площади;
- оценку инженерно-геологических, климатических условий.

Технический этап очистки грунтов – откачка нефтепродуктов с поверхности земли и снятие сильнозагрязненного (степень загрязнения более 2 000–5 000 мг на грамм почвы) грунта с последующим складированием в специальные отвалы-амбары.

Биологический этап включает в себя рыхление почв и их аэрирование, выделение из почв природных микроорганизмов, наращивание их, внесение в смеси с питательной средой в почву и амбары.

Фитологический этап заключается в посеве травосмеси.

Для очистки почв, загрязненных тяжелыми металлами и органическими веществами, могут применяться различные химические реагенты, в частности соединения кремния, которые приводят к процессу отвердения с получением конечного твердого продукта типа бетона, устойчивого к выщелачиванию.

Результаты гигиенических исследований почв, загрязненных тяжелыми металлами, нефтепродуктами и другими веществами позволили впервые разработать методические подходы для оценки степени опасности загрязнения почвы этими ток-

сикантами по уровню их возможного воздействия на системы «почва – растение», «почва – микроорганизмы, биологическая активность», «почва – грунтовые воды», «почва – атмосферный воздух» и опосредованно на здоровье человека.

С гигиенических позиций опасность загрязнения почвы химическими веществами определяется уровнем ее возможного отрицательного влияния на контактирующие среды (вода, воздух), пищевые продукты и опосредованно на человека, а также на биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК) химических веществ в почве. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все возможные пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания веществ по каждому показателю вредности. Наименьшее из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК вещества, так как отражает наиболее уязвимый путь воздействия данного токсиканта¹².

В настоящее время разработаны методы технической деструкции токсичных органических веществ, в которых используются либо источники инфракрасного излучения, либо горелка с системой контролируемой подачи кислорода, либо ультрафиолетовое излучение, озон, перекись водорода.

Тяжелые металлы и технологии их удаления из стоков и почв

Тяжелые металлы – биологически активные металлы, оказывающие отрицательное воздействие на физиологические функции человека, биоты и состояние жизнеобеспечивающих

¹² Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами № 4266-87 от 13 марта 1987 года.

природных сред. К тяжелым металлам относятся Li, Be, Al, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Pb, Zn, Sr, Sn, Mo, Cd, As, Sb, Se, Hg, Tl, Cs, Bi. Особо опасны As, Cd, Hg, Ni, Cr.

Токсичность тяжелых металлов обусловлена как их широким распространением и высокой миграционной подвижностью вблизи поверхности Земли, так и способностью аккумулироваться в организме человека, пищевой цепи, включаться в метаболический цикл и вызывать разнообразные физиологические нарушения, в том числе на генетическом уровне. Ионы тяжелых металлов не подвержены биохимическому разложению, как правило, хорошо растворимы в воде и могут образовывать летучие газообразные и высокотоксичные металлоорганические соединения.

Этим объясняется быстрое проникновение тяжелых металлов в организм человека (через органы дыхания и питания), пищевую цепь и жизнеобеспечивающие природные среды. «Коварство» тяжелых металлов заключается в том, что они загрязняют экосистему не только быстро и по всей цепочке экологических взаимодействий, но и незаметно, так как не имеют цвета, запаха, вкуса.

Для выведения тяжелых металлов из экосистемы до безопасного уровня требуется весьма продолжительный период времени при условии полного прекращения их поступления.

Кроме того, многие тяжелые металлы интенсивно поглощаются биотой. Особенно это характерно для планктона.

Роль ионов металлов в физиологии человека многообразна. Необходимым считают химический элемент, при недостатке которого в организме возникают функциональные нарушения. Такие металлы, как тантал, платина, золото, являются физиологически инертными. Ионы некоторых металлов служат терапевтическими агентами (использование карбоксилатов цинка против бактерий, вызывающих заболевание «ноги атлета», а лития при лечении маниакальной депрессии). При высоких концентрациях ионы металлов становятся токсичными, что ведет к функциональным деформациям, смерти.

Тяжелые металлы обычно накапливаются в организме совместно. Установлены синергизм и антагонизм такого комплексного воздействия. При синергизме эффект действия многократно усиливается. Токсичность иона свинца усугубляется

недостатком по кальцию, а лития – по натрию. Из-за антагонизма цинка и кадмия введение избыточного количества первого приводит к уменьшению содержания последнего, отличающегося повышенной токсичностью.

Токсичность тяжелых металлов сильно зависит от химических форм их нахождения в окружающей среде. Особо опасны металлоорганические соединения (метилртуть, соединения свинца и др.). Летучие тяжелые металлы (ртуть, кадмий, мышьяк, сурьма, селен, литий) легко проникают в организм человека через органы дыхания.

Получены данные о том, что тяжелые металлы, вероятно, оказывают хроническое воздействие на рыб, однако отличить этот токсический эффект от воздействия других факторов (растворенный кислород, кислотность вод) пока не удается. Влияние тяжелых металлов на водные растения чрезвычайно разнообразно. Главные ответные реакции – снижение разнообразия и плотности популяций – характерны, как правило, для наиболее загрязненных водоемов и водотоков. Однако аналогичные изменения наблюдаются в водных системах с умеренным и слабым загрязнением ввиду того, что реакция популяции на воздействие тяжелых металлов существенно зависит также от изменяющихся параметров водной среды (температура, освещенность и др.).

В большинстве наземных растений на загрязненных территориях концентрация тяжелых металлов существенно возрастает. Зафиксировано накопление в некоторых растениях определенных тяжелых металлов, что используется для уменьшения загрязненности почв на большой площади.

Например, в горчице, маисе концентрируется селен, в редисе – молибден, селен, в растениях вида *Arabidopsis* – ртуть. По увеличению содержания тяжелых металлов овощи располагаются в следующий ряд: картофель – морковь – свекла – огурец – томат – капуста – салат.

Источники поступления тяжелых металлов в окружающую среду имеют как природное, так и антропогенное происхождение. С природными процессами связана основная масса тяжелых металлов, заключенная в водах Мирового океана и суши, донных осадках современных водотоков и водоемов, почвенно-растительном покрове и атмосфере. Это обусловлено тем, что зоны

такого привноса тяжелых металлов на поверхность Земли имеют глобальное распространение и функционируют непрерывно. Прежде всего, к ним относятся Тихоокеанский, Средиземноморский и другие пояса современной вулканической и газотермальной активности. Вулканический выброс тяжелых металлов в атмосферу существенно превосходит их поступление антропогенным путем. Специальные исследования показали, что современная флюидная активность Земли широко развита и в стабильных геологических структурах (Русская и Сибирская древние платформы, Карело-Кольский регион Балтийского щита). Металлоносные глубинные флюиды разгружаются здесь главным образом в подземные воды, формируя обширные гидрогеохимические поля в артезианских бассейнах. Во многих случаях очаги флюидной разгрузки выходят на поверхность, загрязняя тяжелыми металлами приземную атмосферу на большой площади, что установлено путем опробования снеговых выпадений и дождевых осадков.

Интенсивному загрязнению тяжелыми металлами в результате флюидного привнесения подвергаются акватории, шельфы. Хотя набор тяжелых металлов очень широкий, характерными являются летучие литий, ртуть, мышьяк, сурьма, кадмий, селен, таллий. Природное происхождение имеют тяжелые металлы, попадающие в окружающую среду в результате размыва и разрушения пород водосборных площадей и пород, вмещающих водоносные горизонты подземной гидросферы.

Антропогенные источники тяжелых металлов многочисленны и разнообразны. Для них характерно формирование локальных участков загрязнения, но с высокими концентрациями токсикантов. Поступление тяжелых металлов в окружающую среду происходит неравномерно, нередко в виде залповых выбросов и прекращается с завершением функционирования соответствующего антропогенного объекта. Наиболее крупными поставщиками тяжелых металлов являются автотранспорт, ТЭЦ, котельные и другие энергетические объекты, работающие на сжигании топлива. Уголь, мазут, дизельное топливо, бензин содержат повышенное количество тяжелых металлов (ванадий, никель, бериллий, свинец, ртуть, мышьяк и др.), которые при высокотемпературных процессах сжигания топлива образуют газообразные соединения, в меньшей степени – твердые аэро-

золи и формируют в приземной атмосфере, затем на поверхности Земли обширные поля загрязнения. Доля энергетики в суммарной антропогенной эмиссии металлов весьма значительна. Для ванадия, никеля, кобальта, сурьмы она составляет более 75 % от общего поступления от всех антропогенных источников. Вокруг металлургических заводов также образуются обширные аномальные зоны тяжелых металлов в различных природных средах (комбинаты Норильский, Череповецкий и др.). Выброс огромного количества тяжелых металлов в высокие слои атмосферы представляет в этих случаях опасность для соседних районов в связи с трансграничными переносами.

Высокие концентрации тяжелых металлов в водные системы поступают вместе с промышленными и другими сточными водами, что нередко приводит к резкому нарушению экологической обстановки. Особо опасны отвалы горнодобывающих предприятий, ведущих добычу сульфидных руд. Сильно обогащены тяжелыми металлами подземные воды, залегающие под газонефтяными залежами, поэтому во многих районах газо- и нефтедобычи наблюдается загрязнение металлами вышележащих водоносных горизонтов, почв и приземной атмосферы.

Крупными по размерам очагами интенсивного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами являются мегаполисы. Источники поступления загрязнителей в них весьма разнообразны. Кроме многочисленных антропогенных источников имеет место привнесение в подземные воды и воздушный бассейн тяжелых металлов с глубинными флюидными потоками. Загрязнению способствуют глубокие депрессионные воронки и нарушения подземного пространства больших городов. Примером может служить Москва, расположенная в зоне сочленения активных глубинных разломов. Взаимодействие многочисленных и разнообразных антропогенных и природных процессов загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами создает в мегаполисах особо опасную экологическую обстановку.

Необходимо учитывать воздействие тяжелых металлов на здоровье человека в жилищах и рабочих зонах, так как именно здесь человек проводит основную часть времени, жилища и рабочие места плохо проветриваются, а на источники тяжелых металлов обычно не обращают внимания. Разбитый в квартире

ртутный термометр может создать ситуацию загрязнения ее ртутью. Рабочие зоны на предприятиях, имеющих дело с горячей обработкой металлов, потенциально опасны в отношении многих тяжелых металлов.

Антропогенное загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами имеет отчетливую *тенденцию к увеличению во времени*. Особенно это касается крупных промышленно-урбанизированных территорий. Концентрация As, Cr, Cu, Pb, Ni, Zn в донных отложениях Рейна за последние 200 лет увеличилась в 10–20 раз, Hg – в 50 раз, Cd – в 100 раз. Свинца в теле современного человека содержится в десятки раз больше, чем в телах людей Древнего Египта, судя по мумиям. На территории Российской Федерации в связи с резким спадом промышленного и сельскохозяйственного производства в последние годы наблюдается замедление темпов антропогенного поступления тяжелых металлов в атмосферу, водные системы и почвы.

Динамика поступления тяжелых металлов в окружающую среду, связанная с современной вулканической и флюидной активностью Земли, изучена слабо. Результаты бурения антарктического льда показали, что за последние тысячелетия вследствие вулканических извержений содержание свинца в атмосфере повышалось неоднократно. Пульсационное поступление тяжелых металлов в Мировой океан, акватории, артезианские бассейны и бессточные водоемы континентов зафиксировано мониторинговыми исследованиями, выполненными в последние десятилетия. Выявлена ритмичность разных порядков: от нескольких часов до 2–3 лет и более длительных промежутков времени.

Степень загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами согласно концепции стандартизации оценивается путем сопоставления их содержаний в изучаемых объектах с соответствующими ПДК и другими нормативами. Такие нормативы имеются для атмосферного воздуха, питьевой воды и воды хозяйственно-бытового назначения, почв, пищевых и сельскохозяйственных продуктов. Оценки состояния окружающей среды с применением **нормативного подхода** позволяют быстро и с небольшими затратами выявить неблагоприятные в отношении тяжелых металлов территории, компоненты ландшафтов,

звенья пищевой цепи. Однако нормативный подход не дает возможности выявить причины и масштаб загрязнения, учесть влияние местных условий, совместное воздействие и формы нахождения тяжелых металлов и в конечном счете прогнозировать изменение ситуации во времени, выработать эффективные практические рекомендации, касающиеся источников загрязнения, жизнеобеспечивающих природных сред, населения и биоты. Величины ПДК в значительной степени условны, так как не основаны на достаточном объеме наблюдательных данных. В разных странах для атмосферного воздуха, питьевой воды и других природных объектов значения ПДК по некоторым тяжелым металлам заметно отличаются.

Чтобы избежать недостатков нормативного подхода, оценивать и прогнозировать состояние окружающей среды в отношении тяжелых металлов более надежно, необходимо знать зоны их поступления, транзит и отложения, влияние природных и антропогенных факторов, геохимические свойства токсичных химических элементов. Без знания причин экологической «болезни» трудно найти верные способы ее излечения.

В качестве начального шага на пути к эффективному контролю загрязнения желателен комплексное эколого-геохимическое картографирование территории, которое позволило бы выявить и охарактеризовать участки с избытком, дисбалансом и недостатком токсичных и эссенциальных микроэлементов в жизнеобеспечивающих природных средах, выявить местоположение и характер источников загрязнения, особенности процессов миграции тяжелых металлов, получить необходимую информацию по многим другим важным аспектам экологии территории. Только на основе такого картографирования можно выбрать приоритетные тяжелые металлы, природные среды и наиболее чувствительные пункты сети экологического мониторинга. Результаты эколого-геохимического картографирования и последующего экологического мониторинга послужат основой для оценки и прогноза состояния окружающей среды в отношении тяжелых металлов. Эти данные учитываются при разработке эвристичных моделей поведения загрязнителей в конкретных условиях изучаемой территории. Ввиду широкого распространения токсичных тяжелых металлов на поверхности Земли (вплоть до образования обширных био- и гидрогеохи-

мических провинций с эндемичными заболеваниями человека и биоценозов) необходима социально-экономическая оценка последствий такого воздействия.

Очистка от загрязнений тяжелыми металлами представляет наибольшие трудности. Тяжелые металлы в почве, воде, воздухе могут находиться в виде растворимых и нерастворимых соединений. Что касается воздуха, то при очистке его от пыли, влаги, аэрозолей с помощью известных технологий, в том числе с применением фильтров Петрякова, ионно-обменных и других, устраняется и основная часть тяжелых металлов. При очистке воды наибольшую трудность представляют растворимые в воде соединения тяжелых металлов. Кроме реагентного метода с подбором комплексных реагентов для группы соединений тяжелых металлов, стационарно содержащихся в сточных водах, других способов очистки воды пока не известно.

Укажем одну технологию, не нашедшую пока широкого применения, позволяющую очищать сточные воды от растворимых и нерастворимых соединений тяжелых металлов с высокой эффективностью (99,9 %). По принципу действия она может называться **магнитодинамической**. Суть метода непрерывной очистки жидкости, содержащей соединения тяжелых металлов, заключается в наложении вращающегося магнитного поля на кольцевую вставку в трубу, по которой протекает жидкость. В жидкости находятся магнитные элементы, приводящие ее в быстрое вращение, которое отбрасывает нерастворимые соединения тяжелых металлов к периферии, где они попадают в кольцевой зазор, концентрируются и фильтруются. В предыдущей ступени, работающей по этому же принципу, в жидкость вводятся реагенты, которые благодаря интенсивному массообмену на коротком промежутке длины трубы переводят растворимые соединения тяжелых металлов в нерастворимые и в последующей ступени при интенсивном центрифугировании уходят в кольцевой зазор. При необходимости на первой ступени может осуществляться СВЧ-нагрев кольцевым нагревателем, интенсифицирующим процесс реагирования. Указанная технология была опробована на сточных водах и показала хорошие результаты. За счет значительной интенсификации процессов массообмена и экстрагирования (примерно в 100–500 раз)

отпадает необходимость в строительстве отстойников, занимающих значительный удельный вес в стоимости очистных сооружений.

Отфильтрованные и осушенные нерастворимые соединения тяжелых металлов отверждаются в блоки типа бетона и захораниваются. При высоком концентрировании металла они могут быть использованы в дальнейшем как полиметаллические отходы для извлечения ценных металлов.

Наибольшие трудности представляет очистка почв от тяжелых металлов. Однако после чернобыльской аварии был накоплен большой опыт по переработке и очистке почв, зараженных радионуклидами. Эти технологии могут использоваться при рекультивации участков земли, сильно загрязненных тяжелыми металлами. Стоимость переработки 1 т почвы достигает 200 долларов. Отмывка водой составляет основную стадию технологии. Таким образом, одним из основных технологических процессов является удаление растворимых соединений тяжелых металлов из воды. Применение магнитодинамического метода очистки от тяжелых металлов может значительно увеличить производительность и снизить затраты на 1 т переработки почвы.

3.4. Утилизация и переработка твердых и опасных отходов

Утилизация отходов является одним из основных направлений в ресурсосберегающей технологии. Под утилизацией отходов следует понимать комплексную их переработку с целью получения промышленной или другой продукции. Утилизация тесно связана с рациональным использованием природных ресурсов.

Успешное решение вопросов утилизации приводит к тому, что взамен понятия «отходы производства» возникает более правильное – «вторичное сырье», имеющее отношение не только к основному производству, но и к системам регенерации, рекуперации и очистке промышленных выбросов.

Методы утилизации основаны на физико-химических исследованиях свойств и структуры отходов, позволяющих опре-

делить принципиальную возможность их использования в том или ином производстве.

Химическая промышленность. Номенклатура вторичных материальных ресурсов химической промышленности включает более 120 видов отходов, имеющих промышленное значение. Наиболее важные из них:

- пиритные огарки, образующиеся при сжигании колчедана при получении серной кислоты, в количестве 0,6 т на каждую тонну кислоты, а также при получении сернистой кислоты в производстве сульфитной целлюлозы;
- фосфогипс, образующийся при переработке фосфорсодержащего сырья на комплексные удобрения на стадии серноокислотного разложения фосфатов в количестве 4–8 т на 1 т фосфорной кислоты;
- хвосты обогащения, образующиеся при получении концентратов фосфорного сырья в количестве 1,7–2,0 т на 1 т готовой продукции;
- хвосты флотации серных руд, содержащие 70–80 % карбоната кальция;
- галитовые отходы, образующиеся на обогатительных фабриках калийных комбинатов в количестве 1,8–2,6 т на 1 т хлорида калия;
- дистиллерная жидкость при производстве кальцинированной соды, образующаяся в количестве 8 т на 1 т готовой продукции;
- абгазная соляная кислота, образующаяся при производстве различных хлорорганических продуктов;
- шлаки в производстве желтого фосфора в количестве 11 т на 1 т товарной продукции;
- гидролизная серная кислота при получении диоксида титана из ильменитового концентрата в количестве 8,6 т 22–24%-й серной кислоты на каждую тонну готовой продукции, и др.

Объем вторичных материальных ресурсов из отходов химической промышленности исчисляется десятками миллионами тонн в год.

Выбросы химических производств оказывают вредное воздействие на окружающую среду, загрязняя атмосферу и водоемы, а иногда и почву. Например, технологические установки для произ-

водства серной кислоты загрязняют атмосферу диоксидом и триоксидом серы: промывные воды очистного отделения содержат такие токсичные вещества, как соединения мышьяка и пр.

При производстве фосфорных удобрений фторсодержащие газы загрязняют атмосферу, а на стадиях промывки соединения фтора попадают и в сточные воды.

Газовые выбросы в производстве метанола выделяются на стадии дистилляции, а также при продувке газов и емкостей. Второй источник загрязнения – сточные воды, образующиеся при промывке шламов и емкостей вместе с отходами со стадии очистки метанола.

Основные направления утилизации наиболее характерных отходов химических производств

Сокращение количества не утилизируемых *пиритных* огарков достигается выделением из них соединений редких и цветных металлов и получением железных окатышей для черной металлургии, так как огарки содержат железо, медь, сульфат кальция, небольшие количества серебра, золота и некоторых других ценных компонентов.

Пиритные огарки могут быть с успехом использованы цементной, стекольной и строительной промышленностью. Применение огарка в качестве одного из компонентов смеси для обжига цементного клинкера позволит сэкономить значительные средства, которые расходуются на добычу и переработку нерудных материалов, а также на строительство отвалов.

Фосфогипс можно использовать для мелиорации солонцовых почв, в производстве цемента, для получения серной кислоты и извести, высокопрочного гипсового вяжущего и изделий на его основе. Переработка фосфогипса в указанные продукты даст возможность сэкономить традиционное сырье — природный гипс, колчедан и известняк, а также ликвидировать расходы на сооружение и содержание складов фосфогипса.

Учитывая возрастающие масштабы выпуска комплексных фосфорных удобрений, можно сделать вывод, что рациональное использование фосфогипса имеет огромное народнохозяйственное значение.

Утилизация *хвостов обогащения* является частью проблемы комплексного использования минерального сырья. Из них можно выделять нефелиновый, титаномagneиный, сфеновый и этриновый концентраты, которые служат сырьем при получении цветных и редких металлов. Из фосфоритной рудной мелочи можно получить продукт, являющийся сырьем для получения желтого фосфора с хорошим выходом. Перспективно использование фосфато-кремниевых сланцев – отходов обогащения фосфатных руд – в качестве спекающей добавки при получении окатышей в производстве желтого фосфора.

Хвосты флотации серных руд могут с успехом применяться в качестве удобрения для кислых почв.

Галитовые отходы можно использовать для получения поваренной соли.

Утилизация *дистиллерной жидкости* дает возможность получить хлорид кальция и поваренную соль, известковую муку, товарную и строительную известь, сухой молотый мел и преципитат.

Абгазную соляную кислоту после очистки или возвращают в технологический цикл, или используют для получения элементарного хлора, хлороводорода, хлорсульфоновой кислоты, четыреххлористого углерода, применяемых в химической и пищевой промышленности, черной металлургии, медицине и других отраслях.

Шлаки желтого фосфора служат хорошим сырьем для производства различных строительных материалов, гранулированного шлака, литого шлакового щебня, шлаковой пемзы.

Гидролизная кислота может быть использована в производстве удобрений вместо технической серной кислоты или повторно после предварительной регенерации – в производстве диоксида титана.

Примером утилизации газообразных отходов химической технологии сульфатно-целлюлозного производства может служить использование *низкокипящих метилсернистых соединений* – метилмеркаптана (ММ) и димемилсульфида (ДМС), обладающих очень неприятным запахом и токсическим действием. Из них получают одорант сульфид и растворитель диметилсульфоксид (ДМСО). Последний нетоксичен и не имеет неприятного запаха.

Отходы черной металлургии

На металлургическом комбинате с замкнутым циклом (чугун – сталь – прокат) твердые отходы могут быть двух видов – пыли и шлаки. Довольно часто применяется мокрая газоочистка, тогда вместо пыли отходом является шлам. Наиболее ценными для черной металлургии являются железосодержащие отходы (пыль, шлам, окалина), в то время как шлаки в основном используются в других отраслях промышленности.

При работе основных металлургических агрегатов образуется большее количество тонкодисперсной пыли, состоящей из оксидов различных элементов. Последняя улавливается газоочистными сооружениями и затем либо подается в шламонакопитель, либо направляется на последующую переработку (в основном как компонент аглошихты).

Шламы можно разделить на:

- шламы агломерационных фабрик;
- шламы доменного производства:
 - газоочисток доменных печей;
 - подбункерных помещений доменных печей;
- шламы газоочисток мартеновских печей;
- шламы газоочисток конвертеров;
- шламы газоочисток электросталеплавильных печей.

По содержанию железа их подразделяют следующим образом:

- богатые (55–67 %) – пыль и шлам газоочисток мартеновских печей и конвертеров;
- относительно богатые (40–55 %) – шламы и пыли аглодоменного производства;
- бедные (30–40 %) – шлам и пыль газоочисток электросталеплавильного производства.

Основными характеристиками шламов являются химический и гранулометрический состав, однако при подготовке шламов к утилизации необходимо знать такие параметры, как плотность, влажность, удельный выход и др. Следует отметить, что пыли (шламы) металлургических предприятий по химическому (и отчасти по гранулометрическому) составу отличаются друг от друга.

Шламы пылеулавливающих устройств доменной печи образуются при очистке газов, выходящих из нее, обычно в скруб-

берах или трубах Вентури. Перед ними устанавливаются радиальные или тангенциальные сухие пылеуловители, в которых улавливается наиболее крупная, так называемая колошниковая, пыль, которая возвращается в аглопроизводство как компонент шихты.

Основы переработки и использования пылей и шламов

Технология подготовки шламов доменных газоочисток предусматривает обезвоживание осаждением в отстойниках, фильтрование в аппаратах различного типа и при необходимости термическую сушку.

Особенностью шламов доменных газоочисток является повышенное содержание в них цинка. Вследствие этого при подготовке их к использованию в качестве компонента доменной шихты необходимо проводить обесцинкование. Последняя может проводиться как пиро-, так и гидрометаллургическими способами. При содержании в шламах цинка > 12 % они могут использоваться как сырье для его получения.

Шламы подбункерных помещений доменных печей, как указывалось выше, похожи по химическому и гранулометрическому составу на шламы аглофабрик, поэтому в настоящее время единственным направлением утилизации этих шламов является использование их в качестве компонента аглошихты. Подготовка их в этом случае предусматривает обычные стадии обезвоживания; желательно, чтобы этот материал, смешиваемый с другими компонентами аглошихты, имел зернистую структуру. Это улучшает окомкование аглошихты и приводит к увеличению газопроницаемости ее слоя, что благотворно сказывается на производительности агломашины и качестве агломерата.

Обезвоживание шламов. Пыли металлургического производства обычно не требуют какой-либо предварительной подготовки перед утилизацией. Шламы, прежде чем их использовать (например в качестве компонента шихты), необходимо подвергнуть обезвоживанию (сгущению, фильтрованию, сушке).

Сгущение – процесс повышения концентрации твердой фазы в сгущаемом продукте (шлам, пульпа), протекающий под действием гравитационных и (или) центробежных сил. При сгущении шламов стремятся получить не только осадок доста-

точной плотности, но и возможно более чистый слив, что позволяет использовать последний в оборотном цикле и исключить потери твердого продукта. Поскольку количество воды в стущаемом продукте составляет 30–60 %, то использовать такой обводненный материал в качестве добавки к аглошихте или окомковывать его с целью получения окатышей практически невозможно, поэтому стущенный продукт необходимо профильтровать, чтобы содержание влаги в нем снизить до 8–10 %.

При фильтровании шламов происходит процесс разделения жидкого и твердого под действием разрежения или давления, сопровождающийся удалением влаги через пористую перегородку (обычно фильтровую ткань и частично осадок). На фильтрование обычно подают шламы, частицы которых имеют размер < 1 мм, так как обезвоживать такие дисперсные системы другими методами нецелесообразно из-за малой скорости удаления влаги и, как следствие, значительной влажности получаемого осадка.

Процесс фильтрования зависит от многих факторов, основные из которых следующие: содержание твердого в шламе, крупность твердой фазы, разность давлений по обе стороны фильтрующей перегородки и др.

Отходы энергетики

Зола ТЭС используется для изготовления сланцезольного цемента, многочисленных строительных изделий (панелей, блоков, силикатного кирпича, теплоизоляционных плит и др.). Кроме того, она служит для щелочения кислых почв в качестве удобрения.

3.5. Технологии, методы и способы переработки твердых и опасных отходов

Переработка твердых и опасных отходов осуществляется по разным технологиям, основными из которых являются: физико-химические, термические и биотехнологии (см. рис. 6).

Физико-химические технологии переработки отходов не обладают универсальностью, однако могут дать наилучший результат, используя отходы как сырье для получения полезного продукта. Примером является переработка резины, резинотканевых отходов, автомобильных покрышек, резиновых рукавов и шлангов, другой продукции резинотехнической промышленности. Конечной продукцией переработки является резиновая крошка, используемая для покрытий, ковриков подрельсовых прокладок, добавок в битум и др. Другим примером является переработка полимерных материалов: полиэтилена, полипропилена, полиэтилентерефталата. В промышленно развитых странах, где потребление полимерных материалов существенно выше, чем в России, сформировалась целая отрасль по утилизации этого типа отходов, который практически полностью перерабатывается в сырье для повторного использования.

Физико-химическими методами некоторые виды промышленных отходов перерабатываются в удобрения, строительные и дорожные материалы, керамику и др.

Это целое поле деятельности для «экологической промышленности», о которой упоминалось выше. Индивидуальный подход к переработке каждого вида отходов этим методом приводит к мысли о том, что создатели нового материала, вещества, нашедшего широкое применение, должны одновременно создавать и технологии его утилизации, возврата в цикл, переработки, создавая безотходные и малоотходные технологии. Сейчас остро стоит вопрос о создании легкоразлагающихся (с использованием определенных веществ) упаковочных и тарных материалов. Это еще одно поле деятельности «экологической промышленности».

Термические технологии применимы для утилизации многих видов твердых, растворимых, жидких и газообразных отходов. Их суть заключается в термической обработке отходов высокотемпературным теплоносителем (контактным или бесконтактным методом), которым могут быть продукты сгорания топлива: плазменная струя, расплав металла или окисла, СВЧ-нагрев отходов. Продукты терморазложения подвергаются окислению, другим химическим взаимодействиям с образованием нетоксичных газообразных, жидких и твердых продуктов.

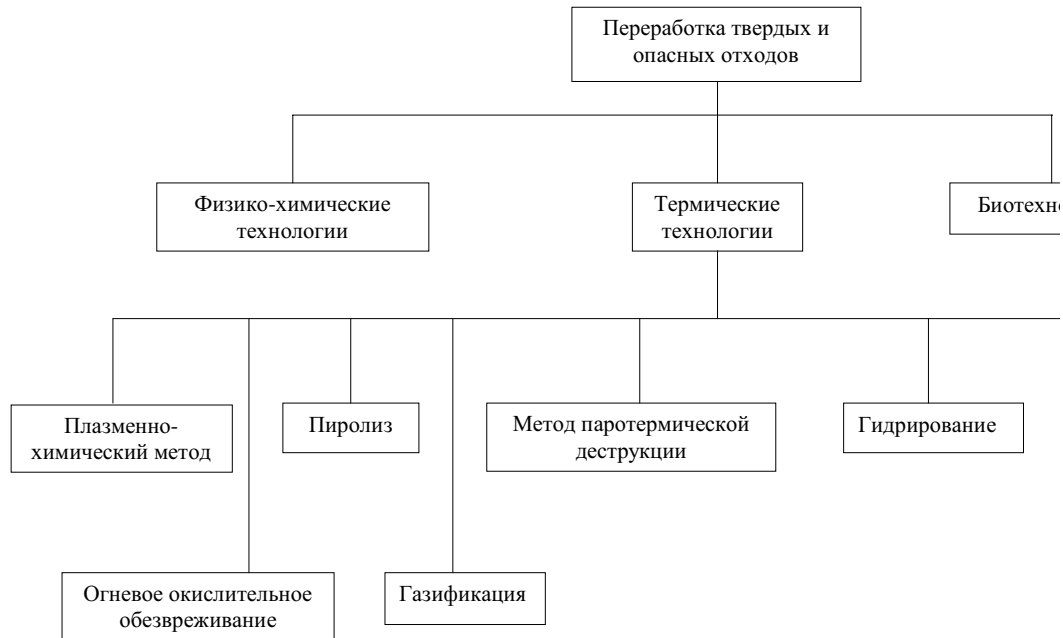


Рис. 6. Технологии и способы переработки твердых и опасных отходов

Термический метод, как правило, состоит из следующих стадий:

- предварительная, в том числе реагентная, обработка;
- высокотемпературная обработка и обезвреживание;
- многоступенчатая очистка газов;
- теплоиспользование;
- получение побочных органических (синтез-газ, жидкое топливо) или минеральных продуктов (оксиды, цемент, минеральные соли и т. д.).

Термические методы обладают определенной универсальностью, так как позволяют обезвреживать многие органические и неорганические соединения. Процесс проходит при высоких температурах в окислительном или восстановительном режиме с подачей воздуха, кислорода, водорода, других газов, то есть возможно создание регулируемых параметров для обезвреживания многих веществ, включая отравляющие вещества, пестициды, фреоны, диоксины и т. д.

Рассмотрим подробнее некоторые термические методы.

Общеизвестно, что в настоящее время остро стоит вопрос об уничтожении ряда сильнодействующих ядовитых веществ — супертоксикантов, в том числе пестицидов, запрещенных или пришедших в негодность. К категории супертоксикантов относятся: РСВ, запрещенные к использованию пестициды, химическое оружие и т. п.

По существующим нормативным документам для их уничтожения рекомендованы 2 технологии: захоронение и сжигание.

Захоронение на полигонах и в океанах не только дорого, но и опасно для будущего.

Сжигание требует значительного расхода топлива, охлаждения и очистки больших объемов газов (содержащих тяжелые металлы). Сжиганию не могут быть подвергнуты смеси пестицидов неизвестного состава.

Проводились исследования различных методов жидкофазного окисления пестицидов с использованием пероксида водорода, озона, УФ-облучения. Однако эти методы не нашли широкого применения в промышленности из-за образования вторичных загрязнителей и дороговизны.

В связи с этим происходит постоянный поиск новых способов, позволяющих обезвреживать супертоксиканты до неток-

сичных соединений с соблюдением всех экологических требований (исключение из технологического цикла стадии сжигания, обеспечение безотходности процесса, отсутствие вторичных загрязняющих веществ).

Перспективным в этом плане является метод *глубокого жидкофазного окисления* металлоорганических пестицидов в мягких условиях в среде окислителя, генерируемого электрохимически.

Данный метод объединяет несколько процессов:

- синтез окислительной системы, которая участвует в жидкофазном окислении органических составляющих пестицида;
- анодное окисление и катодное восстановление части органических фрагментов пестицида;
- осаждение металла на катоде.

Такие супертоксичные вещества, как полихлорированные дибензодиоксины (ПХДД), дибензофураны (ПХДФ) и бифенилы (ПХБ)¹³ наиболее перспективно уничтожить *плазмохимическим методом*¹⁴.

За счет повышения температуры при помощи энергии электрической дуги до 2 000–2 500 °С процесс разложения диоксинов завершается в течение 0,05–0,1 с, что позволяет уменьшить габариты реактора. Отсутствие разбавления продуктов сгорания топочными газами снижает нагрузку на систему газоочистки и уменьшает как размеры системы, так и абсолютный выброс вредных веществ в атмосферу.

Существующие системы плазмохимической утилизации отличаются главным образом устройством плазмохимического реактора¹⁵.

¹³ Майстеренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. М.: Химия, 1996. 319 с.

¹⁴ Плазмохимическая утилизация токсичных органических отходов / Я.И. Вайсман, В.Г. Халтурин, В.Н. Коротаев, В.В. Карманов, А.И. Сорокин, Н.Ш. Гыйбадуллин. Пермь: Пермский государственный технический университет, 2000.

¹⁵ Пат. 245941 ГДР, МКИ F 23 G 7/01. Способ и устройство для плазменного пиролиза вредных и ядовитых веществ; Пат. 298459 Германия, МКИ F 23 G 7/00. Плазмохимический реактор для уничтожения токсичных отходов; Пат. 4438706 США, МКИ F 23 G 7/04. Способ и оборудование для разложения отходов с помощью плазменной технологии; Пат. 2083923 Россия, МКИ 6 F 23 G 7/06. Камера дожигания отходов.

Плазменные методы позволяют создать передвижные установки по переработке токсичных отходов. В настоящее время в мировой практике бытует устойчивое мнение, что токсичные вещества I и II класса опасности, такие как отравляющие вещества (исключая бинарные ОВ), пестициды, диоксины и др., могут быть обезврежены только с помощью плазменных методов.

Высокие температуры, регулирование состава плазмообразующих газов, давления позволяют проводить процесс со степенью переработки 99,9%. Плазмохимический метод предпочтительно применяется для обезвреживания трудногорючих и негорючих соединений.

Таким методом может обезвреживаться широкий класс токсичных и особотоксичных веществ: органические, хлор-, фтор-, фосфор-, сероорганические, металлоорганические, неорганические.

Принципы работы плазмохимической установки заключаются в следующем: в струю низкотемпературной плазмы подается исходное вещество в жидком, пастообразном или порошковом виде. При высоких температурах в реакторе вещество разлагается до атомов, молекул, ионов и т. д. Благодаря регулируемому составу плазмообразующего газа (водород, азот, воздух, кислород, пары воды) образуются окислы, соединения галогенов с водородом, нейтральные молекулы и атомы, то есть тот состав, который образуется в соответствии с термодинамическими параметрами процесса. При этом еще раз подчеркнем, что в отличие от сжигания отходов в смеси с топливными газами и воздухом плазменный процесс строго регулируется по давлению, температуре и составу газа.

Одним из необходимых условий плазменной технологии является процесс закалки газа, то есть резкого уменьшения температуры газа во избежание вторичного образования нежелательных соединений. Высокие температуры газа в реакторе, закалка газов, системы нейтрализации, регенерации, фильтрации, возможность остановить процесс в любой момент (выключив энергию при минимальном последствии) делают эту технологию экологически безопасной, хотя и энергоемкой. Для уничтожения 1 кг вещества необходимо затратить 0,5–3 кВт•ч энергии.

В последнее время имеются разработки, где плазмохимический процесс обезвреживания отходов производится с ис-

пользованием ванны расплава (металла, оксида). Образующиеся при терморазложении газы проходят через слой расплава. Этим система позволяет увеличить давление в процессе, улучшить массогабаритные и энергетические показатели. Однако она обладает меньшей экологической безопасностью.

Высокотемпературное обезвреживание супертоксикантов на базе ракетного двигателя. В результате конверсии ракетно-космической техники в интересах экологии в Центральном НИИ машиностроения Российского космического агентства под руководством академика А.И. Папуши отработана высокотемпературная технология и создан промышленный модуль установки для обезвреживания супертоксичных веществ (см. рис. 7).

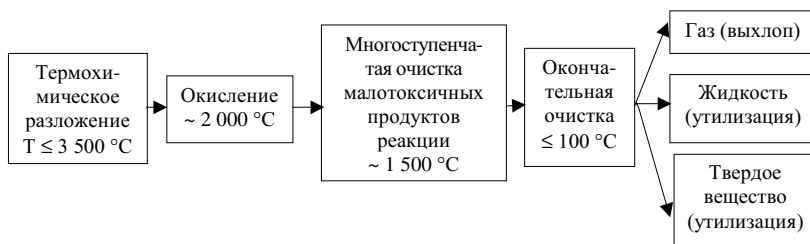


Рис. 7. Технологическая схема высокотемпературной установки на базе ракетного двигателя

Сущность технологического процесса базируется на термохимическом методе преобразований обезвреживаемого вещества, включающего ряд последовательных стадий: высокотемпературное разложение ($T = 2\,000\text{--}3\,500\text{ °C}$), доокисление и химическое связывание элементов разложения, многоступенчатая система нейтрализации и улавливания конечных малотоксичных химических соединений. По характеру физико-химических процессов реализуемый термический режим занимает промежуточное положение между обычным сжиганием ($T < 1\,500\text{ °C}$) и плазменным обезвреживанием с характерным температурным уровнем порядка десятков тысяч градусов. Этот рабочий диапазон позволяет устранить принципиальный недостаток, присущий обычному сжиганию, выражающийся в образовании высокотоксичных промежуточных соединений типа диоксинов. С другой стороны, удастся избежать основных недостатков плазменного метода, связанных с чрезвычайной сложностью и до-

роговизной технологического процесса. По комплексу экологических, энергетических и экономических показателей отработанный технологический процесс позволяет приблизиться к оптимальному решению.

Технологическое воплощение установки осуществлено на принципах создания ракетной техники, в связи с этим ее технический облик принципиально отличается от мусоросжигательных печей или реакционных камер плазменного обезвреживания, в которых основные процессы проходят по условной схеме «горение в объеме». В созданной установке основные исполнительные органы (камера сгорания РД, реакционная камера, абсорбер) расположены в последовательной цепи и работают по схеме организации процессов в высокоскоростном движущемся потоке. В качестве комплектующих элементов использованы готовые узлы и агрегаты РД. Это позволило обеспечить электронасыщенность, малые габариты и высокую степень автоматизации в управлении созданной установкой. При производительности до 1 т/ч обезвреживаемого вещества ее габариты составляют $6 \times 1,8 \times 1,5$ м.

Обезвреживанию подвергались основные виды (хлор-, фтор-, серо-, фосфорсодержащих) токсичных соединений; ТХД (класс РСВ); пестициды: ГХЦГ, ДДТ, дихлофос и карбофос, а также дизенфицирующая жидкость на фенольной основе. По таким основным экологическим показателям, как систематические результаты, получены уровни концентраций в выхлопных газах: $\text{HCl} - 14 \text{ мг/м}^3$ при допустимой норме $[30 \text{ мг/м}^3]$; $\text{HF} - 0,14 \text{ мг/м}^3$ $[2 \text{ мг/м}^3]$, $\text{SO}_2 - 30 \text{ мг/м}^3$ $[50 \text{ мг/м}^3]$; $\text{PH}_3 - 0,23 \text{ мг/м}^3$.

Экологические показатели удовлетворяют наиболее строгим международным нормам: $\text{HCl} - 14 \text{ мг/м}$ (при допустимой норме 30 мг/м^3), $\text{HF} - 0,14 \text{ мг/м}^3$ (2 мг/м^3), $\text{SO}_2 - 30 \text{ мг/м}^3$ (50 мг/м^3).

Область применения: обезвреживание химического оружия, запрещенных к использованию пестицидов, полихлорбифенилов и другого.

По результатам анализа проб поглощающего раствора и твердого осадка концентрация диоксинов укладывается в допустимые нормативы.

Высокая производительность установки при соблюдении экологических нормативов, ее экономичность, малые габариты, оснащенность готовыми узлами из сокращаемого ракетно-

го вооружения и другое открывают новые возможности в решении самой острой и сложной проблемы современной экологии – обезвреживании супертоксикантов. Предполагается создание следующих разновидностей установок:

- по типам: мобильные установки и дооснащение стационарных комплексов;
- по назначению: уничтожение отравляющих веществ, обезвреживание РСВ и пестицидов;
- по масштабу: малые, средние, крупные.

Огневое окислительное обезвреживание. Данный метод широко применяется в России. Однако недостаточная проработанность систем очистки отработанных газов и достижения европейских стандартов по нормативам выбросов не дают основания считать эту технологию перспективной в будущем. Даже при решении вопросов по очистке отработанных газов она может быть рекомендована только для достаточно узкого класса органических соединений.

Пиролиз (деструктивная дистилляция) – это термическое разложение вещества при отсутствии или недостатке кислорода. При обычном пиролизе ТБО образуются следующие продукты: твердый обугливающийся остаток, жидкость, в состав которой входят органические кислоты, деготь, ароматические углеводороды; газовая фаза, содержащая водород, летучие углеводороды; оксиды углерода. Материальный баланс реализованного варианта неплазменного пиролиза 1 т ТБО при 870 °С показывает, что твердый остаток составляет около 7 % исходной массы, жидкая фаза – 40–45 %, в газовую фазу поступает 40–50 %. В соответствии с данными анализа первичная газовая смесь состоит из водорода, монооксида углерода, метана, этилена. Смесь этих газов – это топливо, содержащее 6 930–10 230 кДж/кг ТБО.

Применяя термин «пиролиз» к термическому преобразованию органического материала, подразумевают не только его распад, но и синтез новых продуктов. Эти стадии процесса взаимно связаны и протекают одновременно с тем лишь различием, что каждая из них преобладает в определенном интервале температуры или времени.

Пиролизу подвергаются твердые бытовые и близкие к ним по составу ПО, отходы пластмасс, резины (в том числе автомобильные покрышки), другие органические отходы.

С санитарной точки зрения, процесс пиролиза обладает лучшими показателями по сравнению с сжиганием. Количество отработанных газов, подвергаемых очистке, намного меньше чем при сжигании отходов. Объем твердого остатка, получаемого по схеме высокотемпературного пиролиза, может быть значительно уменьшен. Твердый остаток возможно использовать в промышленности (сажа, активированный уголь и др.). Таким образом, некоторые схемы пиролиза отходов могут быть безотходными.

В настоящее время известно более 50 систем по пиролизу отходов, отличающихся друг от друга видом исходного сырья (отходов), температурой процесса и конструктивными решениями технологической схемы переработки сырья.

Высокотемпературный пиролиз по сравнению с другими методами имеет ряд преимуществ: при нем происходит более интенсивное преобразование исходного продукта; скорость реакций возрастает с экспоненциальным увеличением температуры, в то время как тепловые потери возрастают линейно; увеличивается время теплового воздействия на отходы; происходит более полный выход летучих продуктов; сокращается количество остатка после окончания процесса.

В США разработан метод высокотемпературного пиролиза ТБО. Он характеризуется процессами распада и частичного окисления горючих компонентов, а также плавлением инертных материалов при температурах до 1 650 °С. С помощью этого метода можно обрабатывать, кроме бытовых, отходы мелких промышленных производств, близкие по составу к бытовым отходам, а также старые автопокрышки, обезвоженный осадок сточных вод, отходы медицинских учреждений и т. п.

ТБО и ПО могут быть загружены в установку непосредственно в том виде, в каком они были доставлены с мест сбора, без предварительной обработки, за исключением дробления громоздких предметов до кусков размером около 1 м.

Благодаря восстановительной атмосфере атомы серы, хлора, кислорода и азота переходят в пиролизном газе в сероводород, хлористый водород, воду и аммиак. По той же причине исключается образование диоксинов и фуранов в зоне реакции. Пиролизный газ после очистки представляет собой высококачественный отопительный газ, его можно использовать на угольных ТЭС, а пиролизное масло – сырье для химической промышленности.

Пиролиз – один из наименее требовательных к исходному сырью и наиболее доступных в финансовом плане методов¹⁶.

Анализ известного опыта по пиролизу ТБО и опыта в области разработки и проектирования плазменных процессов позволяет сформулировать а priori некоторые принципы плазменного пиролиза ТБО:

- взаимодействие плазменного теплоносителя с ТБО должно протекать в противотоке: сверху в реактор загружают ТБО, снизу подают распределенный по сечению реактора поток плазмы; при таком режиме работы в нижней зоне реактора происходит пиролиз ТБО, в верхней – сушка;
- для повышения теплопроводности сырья и удержания его в объеме плазменного реактора ТБО следует предварительно брикетировать;
- в качестве энергоносителя на первой стадии используется сжатый азот: в дальнейшем азот выдавливается из смеси с пиролизными газами и возвращается на питание плазматронов;
- энергозатраты плазменного процесса приняты – велики; при производительности 200 000 т/год мощность плазменного реактора должна составлять 30 МВт, установленная мощность с учетом энергозатрат на транспорт, освещение, вентиляцию и прочее увеличивается на 10 % и составляет 33 МВт, пиролизные газы после соответствующей очистки сжигаются в газовой турбине; генерированная при этом электроэнергия возвращается во внешнюю электросеть или используется на месте.

Другим направлением термических технологий является *безокислительный пиролиз*. Преимущества пиролизного метода заключается в следующем:

- возможность получения технологического газа, а в ряде случаев – минерального продукта (сорбента);
- резкое сокращение затрат на систему очистки газов за счет снижения в 3–4 раза объема очищенного газа;
- использование полученного газа для технологических и бытовых целей;

¹⁶ Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах? // Экологический вестник России 1998. № 2.

- значительное уменьшение твердого остатка;
- экологическая чистота и безопасность процесса.

Использование мощного СВЧ-нагрева для этой технологии может снизить энергопотребление на единицу объема перерабатываемого вещества, что дает возможность вместе с плазменной технологией разрабатывать передвижные комплексы для переработки токсичных отходов.

Газификация является термохимическим высокотемпературным процессом взаимодействия органической массы или продуктов ее термической переработки с газифицирующими агентами, в результате чего органическая масса или продукты ее термической переработки обращаются в горючие газы. В качестве газифицирующих агентов применяют воздух, кислород, водяной пар, диоксид углерода, а также их смеси.

Процессы пиролиза отходов получили большее распространение, чем газификация.

Метод паротермической деструкции. Перспективность метода паротермической деструкции переработки отходов ¹⁷ заключается в возможности создания на основе данного метода высокоэффективных технологий переработки различного рода органических отходов (пластмассовые отходы, осадки сточных вод, зоомасса и пр.).

Процесс паротермической утилизации пластмассовых отходов происходит следующим образом. В реактор подаются пластмассовые отходы. Одновременно через пароперегреватель в реактор подается перегретый пар, который проходит через слой дисперсного материала и отходы. Контактная с паром и дисперсным материалом, отходы нагреваются и расплавляются. Под действием тепла происходит разложение отходов с образованием газообразных продуктов, которые смешиваются с потоком пара и увлекаются им на выход из реактора. Смесь газообразных продуктов и водяного пара подается в холодильник. В результате охлаждения смеси образуется конденсат и несконденсированный газ.

¹⁷ Пат. Республики Беларусь. Способ переработки пластмассовых отходов / Журавский Г.И., Мулярчик В.А., Марченко В.А. и др. №1827-01 от 25.03.94.

Данный метод представляется перспективным по следующим соображениям:

- создание эффективных экологически чистых технологий термической переработки различных органических отходов в твердое, жидкое или газообразное топлив;
- концентрирование продуктов разложения и доведение их содержание в конечном продукте практически до 100 %;
- возможность перерабатывать по данному методу пластмассы, одним из продуктов разложения которых является хлористый водород и сернистые соединения;
- простота в осуществлении рециркуляции теплоносителя;
- получение исходных продуктов, которые могут быть использованы в качестве сырья для производства пластмасс;
- высокая экономичность процесса, которая достигается как за счет рециркуляции теплоносителя, так и за счет получения ценного химического сырья;
- отсутствие вредных выбросов в окружающую среду, поскольку все вредные вещества растворяются в конденсате и могут быть достаточно просто обезврежены в растворе;
- высокая взрывопожаробезопасность процесса, обусловленная использованием водяного пара.

*Термоселект*¹⁸ не требует никакой предварительной сортировки отходов и позволяет устранять многие виды особых отходов, сочетая эти достоинства с довольно доступной ценой. Мусор подается на гидравлический пресс. Далее спрессованные отходы и отжатая из них вода попадают в горизонтальный канал. Объем спрессованных отходов очень мал, за счет чего достигается хорошая теплопроводность массы отходов и имеется полный контакт со стенками канала, который снаружи обогревается синтез-газом до достижения температуры стенок около 600 °С. Органическая составляющая отходов разлагается на оксид углерода, углекислый газ, водород, смесь простейших углеводородов и твердый углерод. Неорганическая часть мусора нагревается до 600 °С. Брикеты, содержащие из органики один углерод, а также образовавшиеся в канале газообразные продукты реакций разложения, подаются

¹⁸ Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах? // Экологический вестник России. 1998. № 2.

ся в высокотемпературный реактор, где в присутствии кислорода (в этом принципиальное его отличие от пиролиза) углерод и продукты дальнейшего разложения при температуре до 200 °С превращаются в богатый энергией синтез-газ. В верхней части реактора все оставшиеся органические вещества при температуре около 1 200 °С разрушаются до атомного уровня независимо от состава и молекулярной структуры; далее из них образуются СО и водород. Тяжелые металлы, входящие в состав мусора, выносятся вместе с реакционным газом, поэтому он подвергается сложной газоочистке. Не испаряющиеся при данной температуре неорганические вещества либо плавятся, либо реагируют с кислородом. Таким образом, в реакторе образуется расплав оксидов металлов со слоем шлака наверху (минеральным расплавом). Металлический расплав выносятся в реактор-гомогенизатор, а затем подвергается грануляции в водяной ванне, минеральный расплав удаляется из зоны реакции отдельно от него. Стекловидный гранулят минерального расплава со свойствами, идентичными свойствам естественного минерала базальта, может найти применение в промышленности, например при строительстве дорог; металлический гранулят подлежит утилизации в тех отраслях промышленности, где не предъявляются высокие требования к качеству металла¹⁹.

*Гидрирование*²⁰ не требует рассортированности мусора и более полно, чем пиролиз и термоселект, использует материальный потенциал отходов. Кроме того, разновидность гидрирования – гидрирующее ожигение – позволяет получать из несортируемых смесей полимеров высококачественные бензин и дизельное топливо. Метод гидрирования безвреден для окружающей среды, поскольку гетероатомы, входящие в состав молекул полимеров, образуют в ходе реакции гидрирования соединения с водородом, которые технически легко выделяются из смеси. Обычно гидрирование – многоступенчатый процесс при температуре 300–

¹⁹ Константинов В. Отчет о прохождении практики на фирме Die AGR – Abfallentsorgungsgesellschaft, Ruhrgebiet MBH. М., 1994.

²⁰ Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах? // Экологический вестник России. 1998. № 2.

500 °С и давлении 200–400 бар. Время превращения – от 15 мин до нескольких часов в зависимости от состава исходного сырья. В результате образуются газовая фаза, масляная фракция и твердый негидрирующийся осадок, включающий и неорганические примеси, содержащиеся в отходах. Даже в случае, когда эта фаза не может быть подвергнута утилизации, требуемый объем на захоронение сокращается на 90 % по сравнению с необработанными органическими отходами. Стоимость данного метода довольно высока, но она частично компенсируется доходом от реализации полученных продуктов ²¹.

Метод термического разложения ТВО в электродуговой печи. При высокой температуре (1 500–1 700 °С) в печи в результате интенсивного разложения горючих составляющих образуются коксовый остаток и газ, содержащий в основном водород и оксид углерода. Минеральная часть, состоящая главным образом из силикатов и металлов, плавится и разделяется на металл и шлак. Оксид железа, содержащийся в шлаке, вступает в реакцию с коксовым остатком, восстанавливается до металла и образует оксид углерода. Восстановившийся металл непрерывно отделяется от шлака. Полученный расплав состоит в основном из железа, других металлов и кремния. Состав этой массы и количество электроэнергии, необходимое для ее получения, зависят от количества и состава исходных материалов. Для нормального протекания процесса необходимо регулировать подачу отходов в печь. В небольших печах отходы следует предварительно измельчать. Шлаковый покров должен постоянно перемешиваться с поступающими холодными отходами, что достигается вращением мусороприемника печи.

Способ разложения отходов в электродуговой печи имеет ряд преимуществ по сравнению с распространенными способами обезвреживания: цикл процесса замкнут; процесс является безотходным; при переплавке отходов полностью разрушаются все органические соединения, уничтожается болезнетворная микрофлора; продукты, полученные при сжигании газа,

²¹ Константинов В. Отчет о прохождении практики на фирме Die AGR – Abfallentsorgungsgesellschaft, Ruhrgebiet MBH. M., 1994.

содержат меньше вредных примесей, чем газы мусоросжигательных установок.

Сжигание²² позволяет уменьшить объем отходов в 3–10 раз, использовать тепло сгорания для отопительных целей и снижает загрязнение отходами воды и почвы. Однако он заодно уничтожает ценные компоненты, загрязняет атмосферу и дает достаточно много (до 25 %) золошлаковых отходов, которые затем подлежат захоронению на полигонах.

Сжигание требует предварительной обработки ТБО. При разделении из ТБО стараются удалить крупные объекты, металлы (как магнитные так и немагнитные) и дополнительно их измельчить. Для того чтобы уменьшить вредные выбросы из отходов, также извлекают батарейки и аккумуляторы, пластик, листья. Сжигание неразделенного потока отходов в настоящее время считается чрезвычайно опасным. Таким образом, мусоросжигание может быть только одним из компонентов комплексной программы утилизации.

Сжигание позволяет уменьшить вес отходов, устранить некоторые неприятные свойства: запах, выделение токсичных жидкостей, бактерий, привлекательность для птиц и грызунов, а также получить дополнительную энергию, которую можно использовать для получения электричества или отопления.

Сжигание отходов в развитых странах производится в системах с тремя наиболее распространенными типами печей – решетчатыми печами, вращающимися барабанными печами и печами кипящего слоя²³.

Решетчатые печи традиционно применяются для сжигания бытового мусора.

Сжигание производится при температуре около 850 °С. Каждая из ступеней лестницы-решетки подвижна в горизонтальном и вертикальном направлениях, чем обеспечивается переворачивание отходов, возможность притока кислорода, а также продвижение массы отходов вниз по решетке. Шлаки после охлаждения и ряда подготовительных операций утили-

²² Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн, ECOLOGIA, 1996.

²³ Игнатович Н.И., Рыбальский Н.Г. Что нужно знать о твердых бытовых отходах? // Экологический вестник России. 1998. № 2.

зируются (например, в дорожном строительстве). Отработанные газы после утилизации тепла проходят пылеочистку с последующей двухступенчатой мокрой очисткой известковым молоком и доочисткой.

Пыль из фильтров и котельный пепел организовано размещаются на полигонах вследствие высокого содержания в них токсичных веществ²⁴.

Барабанные печи применяются для сжигания смешанных отходов с твердой, жидкой и пастообразной составляющими. Система сжигания состоит из вращающегося барабана с внутренними стенками из огнеупорных материалов, где производится сжигание твердых и пастообразных отходов, и камеры дожигания для окисления оставшейся в дымовом газе органики и сжигания жидких отходов при температуре до 1 300 °С. Печь нечувствительна к составу отходов при достаточной теплоте сгорания (в решетчатой печи сжигание некоторых полимеров приводит к нарушению режима работы из-за размягчения сырья и его прилипания к решетке) и к размеру кусков мусора, что позволяет сжигать особые, а также больничные отходы. Данный тип печей имеет хорошую очистку отработанных газов, однако к недостаткам этих печей относятся высокая стоимость и большие тепловые потери.

Печи кипящего слоя применяются в основном для сжигания отходов с большим содержанием полимеров. При их использовании необходимо однородное измельчение отходов до размера частиц около 10 мкм и предварительное удаление из сырья металлической фазы.

Биотехнологии. К числу наиболее перспективных технологий обезвреживания и переработки отходов относятся биотехнологии. Созданные природой и методами генетической биологии, в том числе генной инженерии, бактерии и микроорганизмы приспособляются учеными для выполнения новых функций. В настоящее время в мире активно развивается биотехнологическая промышленность. Сегодня с ее помощью создаются лекарства, удобрения, белковые корма и многое другое.

²⁴ Константинов В. Отчет о прохождении практики на фирме Die AGR – Abfallentsorgungsgesellschaft, Ruhrgebiet MBH. М., 1994.

Живые компоненты биоты имеют энергетический КПД намного выше, чем технические системы, выполняющие ту же функцию.

Например, бактерия *Thiobacillus ferroxydans* выщелачивает железо, медь, цинк и другие металлы, окисляя их серной кислотой, которая образуется этой бактерией из сульфида металла. Микроорганизмы *Citobakter sp*, *Sougloen ramigera* извлекают Cu, Cd. Грибная биомасса может концентрировать из растворов Pb, Zn, Hg, Ni, Co, Ag и другие металлы, в том числе радиоактивные. Это открывает возможности для биотехнологической очистки от тяжелых металлов. Бактерии *Nocardia sp*, *Rhodococseus zhodochrous* могут быть использованы для очистки сточных вод и почв от нефти и нефтяных остатков. Разрабатываются методы для очистки поверхностей морей при разливах нефти методом внесения бактерий с кормовыми веществами. Полученные методами генной инженерии штаммы псевдомонад утилизируют сырую нефть, что делает возможным очищать разливы нефти на суше. Данная технология предусматривает периодический полив земель водой до полной утилизации нефти бактериями.

Биотехнологии широко используются для производства белковых продуктов из древесины, нефтяных парафинов, метилового и этилового технических спиртов, природного газа и даже из водорода. Используя отходы сельского хозяйства (солому, отходы виноградарства, переработки пищевой промышленности и др.), методами биотехнологии увеличивают содержание белка в них до 25 % и получают корм для животных и птицы.

Недостатком биотехнологических методов является невысокая скорость протекания процессов. Важнейшей задачей ученых является подбор микроорганизмов, бактерий, грибов для переработки конкретных отходов или композиций отходов. Ведутся работы по ускорению роста бактерий в соответствующей среде и регулированию параметров среды с целью сокращения цикла переработки отходов. Например, дрожжи *Candida addensii*, у которых время роста одного поколения составляет 80 мин, в специальных условиях способны расти со скоростью, в 5 раз большей. Большую перспективу имеет переработка бытовых отходов (ТБО), после их сортировки, в биогаз. Получаемый газ

состоит на 60–70 % из метана и окиси углерода и имеет тепло-творную способность 4 000–6 000 ккал/м³.

Биотехнологическими методами целесообразно перерабатывать отходы сельского хозяйства, пищевой промышленности, лесопереработки, коммунального хозяйства и др.

*Компостирование*²⁹ – это технология переработки отходов, основанная на их естественном биоразложении. Наиболее широко компостирование применяется для переработки отходов органического – прежде всего растительного – происхождения, таких как листья, ветки и скошенная трава. Существуют технологии компостирования пищевых отходов, а также неразделенного потока ТБО.

В России компостирование с помощью компостных ям часто применяется населением в индивидуальных домах или на садовых участках. В то же время процесс компостирования может быть централизован и проводиться на специальных площадках. Существует несколько технологий компостирования, различающихся по стоимости и сложности. Более простые и дешевые технологии требуют больше места и процесс компостирования занимает больше времени, как следует из приводимой классификации технологий компостирования.

Конечным продуктом компостирования является компост, который может найти применение в различных местах.

Возможные рынки применения компоста – население (садовые участки, дачи), предприятия (питомники, теплицы, кладбища), сельское хозяйство, ландшафтное устройство, государственные ведомства (общественные парки, придорожные полосы), рекультивация земель, покрытие свалок, рекультивация горных разработок, рекультивация городских пустырей.

Компостирование, применяемое в России на так называемых механизированных мусороперерабатывающих заводах, представляет собой процесс сбраживания в биореакторах всего объема ТБО, а не только его органической составляющей. Хотя характеристики конечного продукта могут быть значительно улучшены путем извлечения из отходов металла, пластика и т. д., все же он представляет достаточно опасный продукт и

²⁹ Черп О.М., Винниченко В.Н. Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход. М.: Эколайн, ECOLOGIA, 1996.

находит очень ограниченное применение (на Западе такой «компост» применяют только для покрытия свалок) .

Различные технологии компостирования:

- *минимальная технология*. Компостные кучи – 4 м в высоту и 6 м в ширину. Переворачиваются раз в год. Процесс компостирования занимает от одного до трех лет в зависимости от климата. Необходима относительно большая санитарная зона;
- *технология низкого уровня*. Компостные кучи – 2 м в высоту и 3–4 м в ширину. В первый раз кучи переворачиваются через месяц. Следующее переворачивание и формирование новой кучи – через 10–11 месяцев. Компостирование занимает 16–18 месяцев;
- *технология среднего уровня*. Кучи переворачиваются ежедневно. Компост готов через 4–6 месяцев. Капитальные и текущие затраты выше;
- *технология высокого уровня*. Требуется специальная аэрация компостных куч. Компост готов уже через 2–10 недель.

Методы полевого компостирования ТБО. В городах с населением 50–500 тыс. человек при наличии свободных территорий вблизи города целесообразно применять полевое компостирование с целью получения компоста.

Установки полевого компостирования, оснащенные дробилками для предварительного измельчения ТБО, обеспечивают больший выход компоста и дают меньше отходов производства. При компостировании ТБО формируют штабеля, в которых происходят процессы аэробного биотермического компостирования. Затем штабеля покрывают слоем торфа или земли толщиной 20 см. Продолжительность обезвреживания ТБО на площадках компостирования колеблется в пределах 1–6 месяцев в зависимости от используемого оборудования, принятой технологии и сезона закладки штабелей.

В процессе компостирования интенсивно снижается влажность материала, в связи с чем для повышения активности биотермического процесса, наряду с перелопачиванием и принудительной аэрацией, производят увлажнение материала. Зрелый компост перед отправкой потребителю направляют на грохот, где его очищают от крупных балластных фракций. В некоторых схемах ТБО разделяют на фракции до его компостирования.

Ученые многих стран считают, что самыми перспективными методами утилизации ТБО после их сортировки являются *биотехнические методы*.

3.6. Переработка органических отходов

Необходимость снижения опасного техногенного влияния на окружающую среду и поиска путей экономии энергетических и сырьевых ресурсов, которые становятся все более дорогостоящими и дефицитными, требует создания новых безотходных технологий и разработки высокоэффективных экологически безопасных способов переработки отходов.

Одним из потенциальных источников сырья и энергии является растительная биомасса. При этом важное значение имеет то обстоятельство, что биомасса, в отличие от ископаемых энергоресурсов, представляет собой возобновляющийся источник и ресурсы биомассы в различных видах имеются практически в большинстве регионов мира.

Существующие в настоящее время технологии переработки биомассы значительно устарели и не отвечают современным требованиям по экологическим, экономическим и техническим показателям. В связи с этим разработка новых высокоэффективных и безотходных технологий производства сырьевых и энергетических ресурсов из растительной биомассы представляет собой актуальную научно-техническую задачу.

На основании изучения и анализа разрабатываемых передовых технологий промышленного и энергетического использования растительной биомассы созданы новые технологии получения строительных материалов, декоративных элементов и экологически чистого топлива из биомассы.

Сущность технологий заключается в измельчении растительной биомассы (древесина, солома, отходы обработки риса, земляных орехов и пр.), термообработке паром, прессовании термообработанной массы в брикеты, строительные и декоративные элементы, форма и размеры которых задаются потребителем продукции. При этом отпадает необходимость в использовании связующих материалов, в результате чего производство различных материалов, основанное на данном методе,

является экологически чистым и не требует дополнительных затрат энергии (газ, мазут и другие энергоносители), поскольку часть изготавливаемых брикетов (около 25 %) используется для полного энергообеспечения производства.

Данная технология, в отличие от известных отечественных и зарубежных, позволяет получать топливные брикеты, обладающие повышенной на 12–20 % теплотой сгорания, более высокой плотностью (до 1 400 кг/м³) и прочностью.

Продукты сгорания таких брикетов не содержат оксидов серы и отличаются от продуктов сгорания угля и торфобрикетов значительно меньшим золообразованием (зольность угля составляет от 15 до 40 %, торфобрикетов – до 23 %, брикетов из биомассы – 0,5–4,0 %). 1 т производимых по данной технологии брикетов из биомассы эквивалентна по количеству выделяемой энергии при сжигании 780 м³ природного газа, 2,2 т торфобрикетов или 1 т угля.

3.7. Переработка промышленных отходов

Сегодня в среднем на каждого жителя планеты в год добывается около 20 т сырья, которое с использованием 800 т воды и 2,5 кВт энергии перерабатывается в продукты потребления, и примерно 90–98 % идет в отходы. При этом доля бытовых отходов на одного человека не превышает 0,3–0,6 т/год. Остальное составляют промышленные отходы. Расточительность использования сырья и энергии в хозяйственной деятельности человека превышает всякие разумные пределы. И если в развитых странах сельскохозяйственные отходы утилизируются на 90 %, корпуса автомашин – на 98 %, отработанные масла – на 90 %, то значительная часть промышленных и строительных отходов, отходов горнодобывающих и металлургических производств практически не утилизируется. Человечество преуспело в создании орудий производств и технологий уничтожения себе подобных и практически не занималось созданием промышленности по переработке отходов своей деятельности. Помимо ежегодного прироста объема переработанных промышленных отходов, в том числе токсичных, во всем мире существуют и старые захоронения (свалки), число которых в промышленно развитых

странах исчисляется десятками и сотнями тысяч, а величины объемов отходов достигают сотен миллиардов тонн. Если говорить о реабилитации окружающей среды, имея в виду плановую переработку отходов (в первую очередь особо опасных), то потребуются затраты в десятки и сотни миллиардов долларов в год на протяжении десятилетий.

Во всех странах мира, включая Россию, основная масса отходов, в том числе опасных, накапливается, складывается или захоранивается. Ряд стран для захоронения используют море (океан), что, по нашему мнению, должно быть полностью запрещено международными соглашениями вне зависимости от класса опасности отходов. Это в некотором роде и нравственная проблема: произвел – переработай (складируй) на своей территории, а не используй в качестве свалки то, что принадлежит всем (моря, горы, леса). Собственно переработке промышленных отходов сейчас подвергается не более 20 % от их общего объема.

Если говорить о принципиальной возможности переработки отходов, то сегодня не существует промышленных отходов, которые нельзя было бы переработать тем или иным методом. Главным критерием технологии переработки отходов, помимо ее экологичности и экологической безопасности, является экономическая эффективность выраженная в себестоимости переработки одной тонны (долл./т). В настоящее время стоимость переработки 1 т промотходов составляет 0,2–10 тыс. долл./т. С этой точки зрения, разработка новых технологий, создание производств по переработке отходов является экономически выгодным делом, и в мире прогнозируется «экопромышленный бум», особенно при все более ужесточающемся законодательстве во всех странах в области охраны окружающей среды.

3.8. Переработка древесины

Древесную кору можно использовать как удобрение. Для этого ее предварительно измельчают до частиц размером 5–10 мм смешивают с минеральными азотсодержащими добавками и формируют компостные бурты. Основные добавки – аммиачная вода и суперфосфат. Ионнообменные фильтрующие

свойства коры позволяют использовать ее в виде фильтрующего материала, например на фильтрах для осветления сточных вод. Кора может служить сырьем для получения дубильных веществ.

Отработанную щепу из пневого осмола – отход канифольно-экстракционного производства – используют для выработки целлюлозы.

В гидролизной промышленности из **древесных опилок** производят спирт, дрожжи и фурфурол. Вторичный отход – лигнин – сжигают или компостируют.

Кислотный шлам служит сырьем для производства селена, используемого в приборостроительной, радиотехнической и других отраслях промышленности.

Сучки, непровар, отходы тонкого сортирования подвергают размолу и получают оберточную бумагу и древесно-волоконистые плиты.

Избыточный активный ил, скоп или шлам-лигнин находят применение в производстве тарного картона, а также в качестве кормовых добавок и удобрения. Результаты вегетационных и полевых исследований показали, что активный ил является быстродействующим удобрением, по эффективности он эквивалентен сульфату аммония и аммонийной селитре.

Из **шлам-лигнина** можно получить сульфокатионит, сочетающий высокую обменную и осветляющую способность. Таким образом, отходы от химической очистки сточных вод вновь используются для ионнообменной очистки сточных вод. Кроме того, шлам-лигнин может быть применен в композиции дорожных покрытий, как наполнитель при изготовлении резины для получения смол с высокими клеящими свойствами и жизнеспособностью, а также и качестве сырья для изготовления сорбентов типа активных углей и сульфокатионитов.

3.9. Авторециклинг

Интенсивное развитие автомобильного транспорта выдвинуло в число актуальных и в перспективе все более острых проблему утилизации автомобилей.

Автомобиль, хотя и является предметом длительного пользования, все же имеет конечный срок жизни. Следовательно, после окончания его эксплуатации необходимо принять

меры по его утилизации. В изношенном и выброшенном на свалку автомобиле содержатся все те материалы, которые были использованы при его изготовлении: черные и цветные металлы, пластмассы и резинотехнические изделия, стекло и керамика, дерево и картон, текстильные и битумные материалы и др. Поэтому вышедший из эксплуатации автомобиль может и должен стать источником вторичных материальных ресурсов.

Организация сбора и переработки вторичных ресурсов автотранспортного комплекса (авторециклинг²⁶) включает следующие мероприятия:

- выявление и учет автотранспортных средств, непригодных к эксплуатации;
- создание сети пунктов сбора отработанных свинцово-кислотных аккумуляторов, масляных фильтров, автомобильных масел, изношенных автопокрышек и производств по их переработке;
- создание производства по утилизации охлаждающих жидкостей (тосол, антифриз), поступающих с площадок и транспортных предприятий;
- создание в многоэтажных гаражах-стоянках экологических блоков сбора отработанных узлов и материалов автомобилей;
- создание комплекса производств по утилизации отходов транспортного комплекса;
- проектирование и строительство установки по переработке твердого осадка автомоек;
- создание центральной единой диспетчерской и информационной электронной базы данных обо всех автотранспортных средствах и их состоянии;
- реализация запчастей и продуктов переработки автотранспортных средств;
- захоронение отходов перерабатывающих предприятий.

В докладе Государственного комитета Российской Федерации по охране окружающей среды «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации в 1999 году» отмечено, что «все большую актуальность в России приобретают воп-

²⁶ Белоусова Е.Е. Проблемы утилизации отходов // Сб. науч. тр. международной специальной выставки «Отходы-1999»: индустрия переработки и утилизации». М., 1999.

росы утилизации автотранспортных средств». Доля ущерба по основным факторам негативного воздействия на окружающую среду у автотранспортного комплекса самая высокая (62,7 %).

Нерешенность многих вопросов, связанных с автотранспортными средствами, подлежащими утилизации, а также отсутствие системного (комплексного) подхода к решению вопросов размещения транспортных средств в больших городах приводит к следующему:

- снижается пропускная способность городских дорог, что способствует возникновению аварийных ситуаций или дорожно-транспортных происшествий, пробок;
- создаются трудности для уборки города, особенно в зимнее время, для проведения работ по благоустройству территории, строительных и ремонтных работ;
- возникают препятствия для осуществления полномочий специализированных служб и органов (милиции, пожарной и скорой помощи);
- создаются неудобства для пешеходов;
- нарушается архитектурный облик города;
- загрязнение почв городских свалок приводит к риску возможного самовозгорания отходов;
- загрязнение воздуха от дыма горящих автопокрышек (при горении образуются сажа, диоксины, полиароматические углеводороды, мышьяк, хром, кадмий и др.) приводит к резкому ухудшению здоровья людей, особенно страдающих астмой и аллергическими заболеваниями и в первую очередь это касается детей;
- загрязнение водных объектов происходит опосредованно при попадании отработанных масел и охлаждающих жидкостей в почву и подземные воды;
- экономические потери от неиспользованных ресурсов (получение вторичного сырья в процессе переработки автопокрышек, кузовов, свинцово-кислотных аккумуляторов, пластика и прочих материалов).

3.10. Переработка резиновых отходов

Важной проблемой, имеющей экологическое и экономическое значение для многих развитых стран, является пробле-

ма переработки резиновых отходов, и в частности изношенных автомобильных покрышек.

Анализ данных показывает, что перерабатывается всего лишь около 20 % покрышек, а остальные накапливаются.

Несмотря на многообразие известных в настоящее время способов утилизации резиновых отходов, эта проблема в большинстве государств с достаточной экологической и экономической эффективностью не решена. В ряде стран изношенные покрышки используются в качестве топлива для получения энергии, а также в цементной промышленности. Однако такое направление, как и переработка в резиновую крошку, является малоэффективным, поскольку не позволяет в полной мере реализовать ценные свойства материалов, содержащихся в покрышках.

В настоящее время разработаны и используются различные технологии по переработке резиновых отходов. При этом в зависимости от вида отходов применяется та или иная технология их переработки, конечным этапом которой является возврат в исходное производство ценных компонентов, либо простое уничтожение отходов.

Резиновые невулканизированные отходы, включающие в себя непригодные для прямого использования резиновые смеси, остатки резиновых смесей, ценным компонентом которых является каучук, перерабатываются путем сортировки, очистки от посторонних включений, обработки очищенных отходов на смесительных вальцах. Полученная смесь возвращается в производство резины. Резиновые вулканизирующие отходы, образующиеся на стадиях вулканизации и отделки готовой продукции, а также бракованные изделия, перерабатываются в резиновую крошку, которая применяется на предприятиях как добавка к исходному сырью. Резинотканевые невулканизированные отходы, содержащие остатки прорезиненных тканей, а также бракованные изделия, перерабатываются путем сортировки, измельчения и последующего использования в качестве добавок к исходному сырью или в производстве изделий. Резинотканевые вулканизированные отходы, представляющие собой остатки от штамповки и отделки готовых изделий, а также бракованные изделия, перерабатываются путем измельчения и использования в качестве добавок при производстве строительных материалов и бытовых товаров.

Особый класс резиновых отходов составляют отходы шинной промышленности, а также изношенные шины. Основными возможными направлениями утилизации таких отходов являются: использование крошки для дорожного строительства, производства гидроизоляционных, строительных и технических материалов; получение технических продуктов методом пиролиза; получение тепла путем сжигания изношенных шин в специальных котлоагрегатах.

В изношенных шинах содержится не только резина, свойство которой сравнительно ближе к первоначальным, но и большое количество армирующих (текстильных и металлических) материалов, использование которых позволит сэкономить дорогостоящее сырье.

В США, ФРГ, Австралии, Японии и ряде других стран из изношенных шин создают плавающие волнорезы, сооружают гидротехнические объекты, строят мосты через малые реки, ручьи и овраги, прокладывают водопроводные трубы под авто- и железнодорожные насыпи и т. д.

Длительное время значительную экономию каучука и других составляющих резиновых смесей в шинной промышленности, промышленности РТИ и резиновой обуви обеспечивало применение регенерата, получаемого из резиносодержащих отходов, главным образом, изношенных шин.

Однако в последние годы, как за рубежом, так и в странах СНГ, производство регенерата и его объемы использования резко сокращаются. Коренное изменение ситуации в области производства и применения регенерата вызвано следующими причинами: непрерывный рост требований к эксплуатационным свойствам резиновых изделий; недостаточно высокое качество регенерата; увеличение объемов применения пластических масс вместо каучуков для производства резинотехнических изделий; вытеснение регенерата резиновой крошкой, особенно модифицированной; увеличение затрат на производство регенерата в связи с необходимостью перерабатывать шины с металлокордом; наличие каучуков, успешно конкурирующих по цене с регенератом и др.

В США, Западной Европе, Японии из изношенных шин с текстильным и металлическим кордом получают резиновую крошку.

Дробление изношенных шин без вырезки или после вырезки из них бортовых колец производится при положительных

температурах, а также криогенным способом. Наряду со стационарными установками используются мобильные установки, измельчающие шины при положительных температурах или с применением жидкого азота в местах их хранения, на свалках и т. п.

Резиновая крошка, которую получают из изношенных шин, применяется в резиновых смесях различного назначения, в том числе при изготовлении обуви, массивных шин и протекторов, резиновых покрытий, линолеумов, спортивных матов, получения композитных материалов и др.

В США, Франции, Бельгии, Австрии, Японии получены хорошие результаты по применению резиновой крошки в дорожных покрытиях: значительно повышается износ- и морозостойкость, снижается шумобразование, увеличивается срок службы, сокращается тормозной путь. Резиносодержащий асфальт более 30 лет применяется в США в штатах Аризона, Калифорния, Техас.

Использование резиновой крошки при строительстве дорог считается перспективным во Франции, США, Великобритании. При этом оптимальной технологией изготовления асфальтобетонных смесей является приготовление резинобитумного вяжущего с использованием предварительно набухшей в сланцевом мягчителе резиновой крошки и последующее смешение вяжущего с минеральными составляющими асфальтобетона.

В результате переработки изношенных автопокрышек можно получить особый резиновый порошок, который используется для получения дешевых антикоррозийных мастик, гидроизоляционных материалов, герметиков для изготовления бесшовной кровли, эластичного наполнителя для строительства автомобильных дорог, основы для обуви, составляющей для новых автопокрышек, звукоизоляционной пористой плиты для домов.

Переработанные автопокрышки применяются также для производства:

- гидроизоляции при нефтедобыче;
- гидроизоляционных мостов и труб;
- защиты от эрозии почв и берегов;
- строительства мостов и водопропускных коллекторов в дорожной индустрии;
- создания звукоизолирующих ограждений – экранов на автодорогах;

- усиления «слабых» грунтов в инженерных сооружениях широкого профиля.

В Висконском университете (США) разработан другой способ утилизации шин. Их заливают жидким азотом – шины становятся хрупкими, как стекло, их дробят и получают сырье для дорожного покрытия. Испытания, проведенные на такой дороге, показали, что у этого шоссе прекрасный коэффициент сцепления с автомобильными колесами, а уровень шума самый низкий. Цена дорожного покрытия не дороже асфальта.

В Польше измельченные автопокрышки стали использовать для изготовления транспортерных лент.

Голландский способ дает материалы для изоляции электрических кабелей.

Свой вариант есть и у болгарских специалистов (каучуковый комбинат в г. Писариджике). Они уже несколько лет производят резиновые шпалы для рельсовых путей в шахтах. У таких шпал есть шесть преимуществ над прежними: они в три раза дешевле железобетонных, лучше амортизируют удары и глушат шум, устойчивы к воздействию рудничных вод, к ним не нужен балласт из щебенки, и, наконец, когда кончится срок годности, эти шпалы можно снова переработать.

Но, пожалуй, самый экологически чистый способ переработки старых шин запатентован в Колумбийском университете (США). В специальной емкости они подвергаются биологическому разложению с помощью микробов. И получается порошок для удобрения полей²⁷.

В ряде стран (США, Японии, Германии, Швейцарии и др.) довольно длительное время эксплуатируются опытно-промышленные установки по пиролизу резиносодержащих отходов.

Пиролиз резиносодержащих отходов осуществляется в среде с недостатком кислорода, в вакууме, в атмосфере водорода, в эвтектической смеси хлоридов лития и натрия, в реакторах периодического и непрерывного действия, в псевдооживленном слое, при различных температурах.

²⁷ Белоусова Е.Е. Проблемы утилизации отходов // Сб. науч. тр. международной специальной выставки «Отходы-1999»: индустрия переработки и утилизации». М., 1999.

В настоящее время на основании результатов работ по пиролизу, выполненных за рубежом и в СНГ, нельзя сделать обоснованный вывод об экономической и экологической целесообразности ширококомасштабного использования этой технологии для переработки резиносодержащих отходов.

С точки зрения экологии, использование изношенных шин в качестве топлива оценивается неоднозначно. Это обусловлено выделением при сжигании шин в атмосферу соединений цинка, титана, окислов кремния. Сжигание изношенных шин энергетически неперспективно, так как для изготовления легкой шины требуется энергия, содержащаяся в 35 л нефти, а при ее сжигании возвращается энергия, эквивалентная лишь 8 л нефти. Однако сжигание шин в цементных печах снижает загрязнение окружающей среды и в ряде случаев экономически выгодно. Этот метод также неперспективен и с энергетической точки зрения: с учетом КПД при сжигании легкой шины количество энергии примерно равно получаемому от сжигания 3 л нефти. При этом создание специальных печей и очистных сооружений для улавливания вредных газов и соединений тяжелых металлов требует больших затрат.

Одним из основных недостатков известных технологий переработки резиновых отходов являются большие выбросы вредных веществ в окружающую среду, необходимость предварительной сортировки и измельчения отходов, низкая энергетическая и экономическая эффективность, высокая пожаровзрывоопасность и низкое качество получаемых продуктов переработки.

Перспективным представляется направление переработки резиновых отходов, позволяющее не только решать проблему уничтожения отходов, но и получать ценные сырьевые и энергетические ресурсы. Такое направление развивается и основано на паротермической деструкции резиновых отходов в среде перегретого пара.

Сущность технологии состоит в следующем.

В реактор одновременно подаются резиновые отходы, например изношенные покрышки, и перегретый водяной пар. При температуре в реакторе 400–500 °С протекает деструкция резиновых отходов, с образованием твердой, жидкой и газообразной фаз. Газы деструкции вместе с водяным паром попадают в конденсатор, где происходит конденсация пара и части газообразных продуктов. Неконденсирующиеся газы направляются

на дожигание в топке парогенератора. Образующихся газов достаточно для энергообеспечения процесса термообработки отходов. Сконденсированный пар и продукты деструкции отходов из конденсатора направляются в накопительную емкость. Твердый углеродсодержащий остаток деструкции направляется в мельницу, где осуществляется его размол.

Получаемая в результате переработки жидкая фракция по своим техническим характеристикам полностью соответствует топочному мазуту марки М-40.

Важным направлением применения продуктов переработки резиновых отходов является возможность использования их в качестве исходного сырья для резиновой промышленности (масломягчители, техуглерод, сажа, пластификаторы и т. д.), промышленности нефтеоргсинтеза, в дорожном строительстве для производства битумных эмульсий и мастик.

Углеродсодержащий остаток (пирокарбон) представляет собой твердое вещество черного цвета (содержание углерода до 90 %). Пирокарбон может быть использован для производства сорбционных материалов, может применяться в металлургической промышленности в качестве заменителя аморфного графита, возвращаться в производство резины.

Образующаяся жидкая фаза, как показывают исследования, представляет собой готовый масломягчитель для резиновой промышленности.

Данная технология позволяет существенно снизить или практически полностью предотвратить выбросы вредных веществ в атмосферу, гидросферу, достичь высокой энергетической эффективности как за счет рециркуляции тепла, так и путем использования части продуктов термической деструкции отходов для энергообеспечения процесса, обеспечить переработку отходов без предварительной сортировки и измельчения их, осуществить простое аппаратное оформление (большинство узлов установки составляет стандартное серийное оборудование) процесса переработки, обеспечить высокую пожаровзрывобезопасность.

3.11. Переработка ртутьсодержащих отходов

Одной из крупных задач по устранению загрязнений тяжелыми металлами является переработка ртутьсодержащих отходов

(PCO). В настоящее время Россия потребляет ежегодно 350–400 т ртути, что приводит к образованию примерно 10 тыс. т PCO со средним содержанием металла 2–4 %. После распада СССР основные ртутные месторождения остались в странах СНГ, и в настоящее время потребности в ртути Россия покрывает за счет импорта. В то же время на территории России имеется 500 тыс. т PCO и ежегодно к ним добавляется 10 тыс. т. По существу, такие отходы представляют собой «экологическую бомбу замедленного действия». Однако переработка ежегодно только 4 % PCO полностью решала бы проблему импорта ртути. При этом заметно уменьшилась бы экологическая опасность, связанная с PCO.

Технологии предусматривают демеркуризацию твердых отходов, выщелачивание, окисление, экстракцию и получение металлической ртути. Основные технологии переработки PCO показаны на рис. 8.

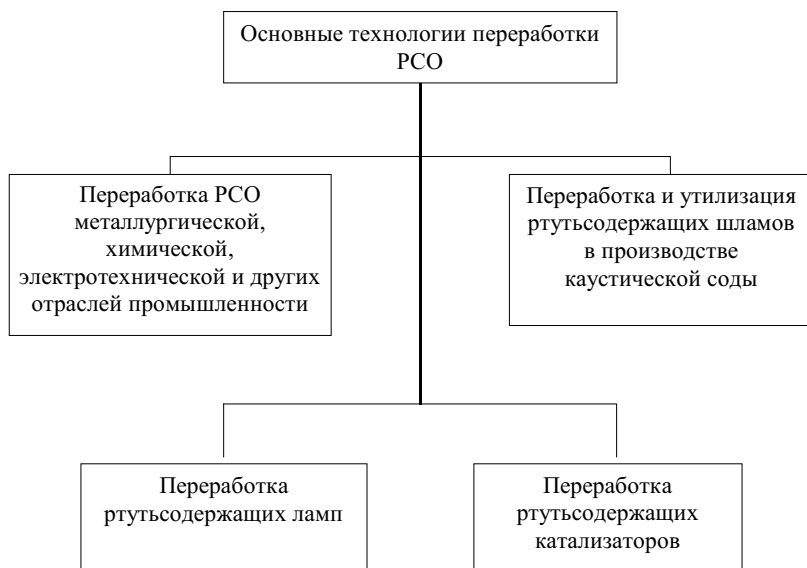


Рис. 8. Основные технологии переработки PCO

В России разработаны технологии, проверенные в опытных, опытно-промышленных условиях и обеспечивающие остаточное содержание ртути после обработки, соответствующее

санитарным требованиям. Эти технологии могут применяться для создания **передвижных комплексов по переработке РСО**.

Необходимо создание передвижных комплексов по переработке РСО, по крайней мере, требуется иметь по одной установке в каждом регионе. О том, что переработка РСО является не только важной в экологическом отношении, но и экономически выгодной, свидетельствует пример фирмы «Mercury Refining» США. Организовав предприятие по переработке всех видов РСО, она в течение 2–3 лет получила прибыль, позволившую построить аналогичный завод еще в одном штате. Причем прибыль получена не только за счет платы за переработку отходов, извлечения ртути и других ценных металлов, содержащихся в РСО, но и от продажи выполненных на фирме технологических решений.

Вышеприведенные данные указывают, что при определенных условиях экологические проблемы, связанные с загрязнением окружающей среды тяжелыми металлами, можно решать не затратным, а экономически выгодным способом.

3.12. Утилизация отходов горнодобывающих производств

Из огромных объемов добываемого в мире минерального сырья, исчисляемого десятками миллиардов тонн, используется лишь 5–10 %. Остальное количество представляет собой отходы горнодобывающего и горноперерабатывающего производств, или так называемые техногенные образования. Они представлены отвалами некондиционных полезных ископаемых, вскрышных и вмещающих пород, отходами обогатительного (хвосты, шламы), металлургического (шлаки, золы), энергетического (золы, пыли) и других производств, что составляет большую часть (70–80 %) суммарной массы твердых, газопылевых отходов всех имеющихся производств.

Ежегодно на территории России накапливается 3,5 млрд т техногенных отходов.

Уровень использования минерального сырья техногенных образований продолжает оставаться крайне низким.

По прогнозным оценкам, утилизация отходов позволила бы на 15–20 % расширить сырьевую базу горно-металлургической, угольной и горно-химической промышленности.

Во многих видах техногенного минерального сырья содержание ценных компонентов в ряде случаев находится на том же уровне или даже превышает их концентрацию в рудах природных разрабатываемых месторождений.

Для производства различных строительных материалов возможна утилизация до 30 % извлекаемых из недр вскрышных и вмещающих пород, а также отходов обогащения. Однако фактическое их использование не превышает 4 %.

Вместе с тем полное использование горных отходов невозможно и экономически нецелесообразно, так как масштабы их утилизации, как правило из-за низкой транспортабельности, определяются потребностями местной промышленности.

Многообразие состава и свойств техногенных ресурсов, сосредоточенных в отвалах и хвостохранилищах, определяет широкий диапазон возможных направлений их утилизации (см. рис. 9). Техногенные минеральные отходы используются различными отраслями промышленности: в производстве строительных материалов, в цементной промышленности, в производстве стекла и стеклоизделий и т. д.

Скальные породы вскрыши после дробления и классификации по крупности применяются в качестве балласта при сооружении автомобильных и железных дорог, а также для производства строительного щебня и песка.

Рыхлые вскрышные породы находят применение в производстве цемента, керамических изделий, керамзита, известковой муки и других материалов.

Хвосты сухой магнитной сепарации (фракция 10–15 мм) пригодны для использования в качестве щебня: более мелкозернистые фракции – в качестве песка для штукатурных и кладочных растворов, для производства бетонов, асфальтобетонов, силикатного кирпича; а тонкодисперсная фракция – для получения всех видов автоклавных силикатных материалов.

Высокий народнохозяйственный эффект может быть получен при использовании отходов **добычи и обогащения угля**, а также **зол и шлаков, образующихся при его сжигании**. Это вторичное сырье содержит углефицированное органическое вещество, присутствие которого оказывает существенное влияние на свойства отходов и на процесс его технологического передела. Такие отходы широко применяются в производстве

вяжущих, керамики различного назначения, огнеупоров, тепло- и звукоизоляционных материалов (стекловаты, керамзита, пенопласта), а также применяются при балансировке дорожных покрытий, сооружений плотин, дамб и т. д.

Углеродсодержащие отходы, богатые органическими соединениями, используются в качестве минеральных удобрений и для улучшения структуры почвы.

В результате переработки **шлаков металлургического производства** получают цемент, пемзу, минеральную вату, щебень и другие продукты. В России уровень утилизации металлургических шлаков составляет 73 % от годового объема.

Целесообразность промышленного освоения техногенных ресурсов связывается с истощением разрабатываемых месторождений, необходимостью крупных капитальных вложений в освоение новых объектов, нередко характеризующихся худшими горнотехническими и экономическими условиями эксплуатации, а также частичным высвобождением мощностей обогатительных фабрик.

Наряду с использованием накопленных техногенных образований, особый интерес представляет утилизация текущих отходов производства, позволяющая наиболее рационально извлечь заключенные в них полезные компоненты, использовать их нерудную часть в качестве строительных материалов или для других назначений и тем самым снизить количество вновь поступающих отходов. Таким образом, комплексное использование месторождений лежит в основе создания малоотходных и безотходных технологий их обработки и переработки минерального сырья.

Для повышения ценности техногенного минерального сырья в процессе складирования отвалов требуется раздельное хранение различных отходов, так как в противном случае техногенные месторождения могут и не образовываться.

Вместе с тем раздельное складирование требует определенных затрат и в некоторых случаях заметно повышает стоимость добычи.

Сегодня проблеме утилизации отходов горнодобывающего производства уделяется особое внимание, так как использование техногенных минеральных ресурсов является не только одним из резервов обеспечения горнодобывающей промышленности минеральным сырьем, но и важной составной частью государственной политики ресурсосбережения и охраны окружающей среды.



Рис. 9. Возможные направления утилизации горнопромышленных отходов

3.13. Утилизация отходов пластмасс

Рост производства и потребления пластических масс обуславливает непрерывное увеличение количества их отходов.

Отходы пластмасс (ПО) подразделяются на:

- технологические (производственные) отходы (ТО) – литники бракованных деталей, отходы механической обработки пластмассовых деталей, слитки, обрезки, куски, пыль, образующиеся в процессе переработки сырья, чистки и наладки оборудования;
- отходы сферы потребления, эксплуатационные отходы (ЭО), представляющие собой вышедшие из употребления технические, культурно-бытовые изделия, упаковочные и сельскохозяйственные пленки, тару для упаковки и транспортировки мясомолочной продукции, моющих средств и др.

Проблема утилизации отходов полимерных материалов становится технически и экономически все более сложной, особенно если учесть непрерывное улучшение свойств пластических масс, повышение их стойкости к окислению, горению, биостойкости, механической прочности и т. д. Эти материалы не поддаются естественным процессам уничтожения (гниению, выветриванию, растворению в воде).

Захоронение или вывоз на свалку совершенно не пригоден для утилизации отходов полимерных материалов, а так как их объем со временем увеличивается, то и площади, занимаемые под свалку стремительно растут²⁸.

Проблема утилизации и рационального использования полимерных отходов имеет важное народнохозяйственное значение. Применение отходов пластмасс позволяет расширить сырьевую базу промышленности, снизить потребность в первичном сырье, экономить трудовые ресурсы и электроэнергию, способствует охране окружающей среды. Среди полимерных отходов, в том числе бытовых, основную массу составляют полиолефины (полиэтилен, полипропилен, полиамид), полисти-

²⁸ Гуль В.Е., Сергиенко Т.Е., Генель С.В. Техничко-экономическая эффективность использования отходов производства и потребления пластмасс // ВХО им. Менделеева. 1979. № 1. С. 65. См. также: Лобачева Г.К. и др. А. с. 11678772; 1723044; 5002945.

рол, поливинилхлорид, полиизобутилен, полиметилметакрилат, полихлорбифенилы и др.

В настоящее время все большее внимание уделяется разработке процессов и методов утилизации пластмассовых отходов. При этом можно выделить следующие основные направления:

- повторная переработка отходов, включая использование их в различных композициях;
- термическое разложение с получением целевых продуктов;
- термическое обезвреживание с регенерацией выделяемой теплоты (сжигание);
- разработка фото- и биоразрушающих пластмасс.

Каждое из этих направлений обладает своими преимуществами и имеет недостатки, которые во многом связаны не только с особенностями самих методов, но зависят также от уровня развития производства и переработки пластмасс в той или иной стране. Наиболее целесообразным с технико-экономической точки зрения является повторное использование полимеров, то есть прямая переработка отходов пластмасс во вторичные материалы и изделия.

Использование отходов потребления полимерных материалов осложняется многообразием их видов, широким диапазоном свойств, загрязненностью различными веществами, комбинированием с другими материалами, в результате чего переработке практически подлежат смеси полимеров неопределенного состава.

Наибольшее распространение получили следующие методы утилизации полимерных отходов:

- регенерация путем вторичной переработки в изделия полимеров одного вида и их смесей с добавкой или без добавки первичного сырья;
- пиролиз: пиролиз в инертной атмосфере, пиролиз в присутствии воды (гидролиз), пиролиз в присутствии водорода (водородолиз), пиролиз в присутствии кислорода (окислительная термодеструкция);
- гидролиз полимерных материалов;
- гидролиз с целью получения жидкого или газообразного топлива и его последующее сжигание с регенерацией выделяемого тепла;
- переработка в брикетированное твердое топливо;

- термическое разложение с целью получения исходных мономеров;
- применение в качестве наполнителей при производстве асфальта и других строительных материалов.

В настоящее время в различных странах пиролитические установки в большинстве своем направлены на получение путем жидкофазного низкотемпературного пиролиза ВПЭ алифатических восков, получающихся наряду с маслами, богатыми олефинами и ароматическими соединениями. Последние пригодны для дальнейшей химической переработки в качестве ценных горючих масел или сырья для получения моторного топлива, а также для сополимеризации с другими мономерами (например, со стиролом), что дает возможность улучшить ряд свойств сополимера. Вместе с тем наблюдается сложность использования ВПЭ в пиролитических процессах ввиду его загрязненности, что проявляется в неопределенности состава и трудности фракционирования его продуктов, а также в возможности появления среди этих продуктов высокотоксичных веществ. Пиролиз ВПЭ в присутствии воды протекает сходно с собственно пиролизом ВПЭ. Основным отличием является появление фенола и низших спиртов (метанол, этанол, изопропанол), что свидетельствует об активной роли воды в процессе термодеструкции ВПЭ.

Проведение пиролиза в присутствии водорода изучено только для ПЭ. Способ позволяет существенно повысить выход жидких углеводородов при одновременном уменьшении выхода газообразных продуктов.

В отличие от термодеструкции ПЭ в инертной атмосфере окислительная термодеструкция проходит при значительно более низких температурах (50–150 °С), а фото или радиационно-окислительная деструкция – даже при 20 °С²⁹.

Основными продуктами окислительной термодеструкции ПЭ являются дикарбоновые кислоты с молекулярной массой от 100 до 2 000, находящие применение для пропитки тканей и других материалов (что связано со способностью этих веществ диспергироваться в воде с образованием стойких эмульсий), в качестве присадок к смазочным маслам и т. д.

²⁹ Новые материалы на основе вторичного полиэтилена / Лобачева Г.К., Улицкий В.А., Муратова Н.М. и др. / ЦНИИТЭИМС. М., 1991. Вып. 1. Сер. 1.

Промышленно реализованным процессом использования ВПЭ в настоящее время является его пиролиз с целью получения моторного топлива и смазочных масел. Однако неопределенность состава ВПЭ приводит к трудности фракционирования продуктов его термодеструкции и возможности вредных выбросов. Это направление использования ВПЭ, хотя и учитывает его особенности, может привести к более опасному загрязнению окружающей среды, так как среди продуктов пиролиза могут оказаться высокотоксичные вещества.

Такими методами можно утилизировать до 75 % всех отходов полимерных материалов без разделения.

При сжигании отходов полимеров и пластмасс, отличающихся неоднородностью своего состава, выделяются токсичные, канцерогенные и корродирующие аппаратуру вещества, температура 600–700 °С, а объем продуктов сгорания в 3–5 раз больше, чем при сгорании бытовых отходов. Поэтому такой путь использования полимерных отходов не является перспективным. Все эти факторы удорожают и усложняют процесс уничтожения пластмасс³⁰.

Одним из методов уничтожения пластмасс является введение в полимер на стадии полимеризации добавок, инициирующих его био- или вододеструкцию. Однако практика использования деструктурирующих полимеров выявила ограниченные возможности этого метода для решения экологической проблемы. Полимерные отходы, попадая в общую массу бытовых или промышленных отходов, перестают подвергаться действию факторов, вызывающих деструкцию. Кроме того, иссле-

³⁰ См.: Полиэтилен и другие полиолефины: Пер. с англ. и нем. под ред. П.В. Козлова. М.: Мир, 1964. 504 с.; Использование вторичного полиэтилена / А.Н. Мелкумов, В.П. Пруткин, Э.М. Мастов и др. // Пластмассы. 1977. № 9. С. 23–24; Реологические свойства вторичного полиэтилена / М.С. Акутин, М.Я. Забара, М.А. Шишков, И.Т. Жукова // Производство и переработка пластмасс и синтетических смол. М., 1977. № 6. С. 28; Бальтенас Р.А., Иозенене Б.И. Изучение твердых продуктов термоокисления полиэтилена // Высокомолекул. соединения. Сер. В. 1977. Т. 19. № 12. С. 895; Бальтенас Р.А., Бальненене Я.Ю., Кевялайтис Э.К. Изучение поверхностного окисления расплава полиэтилена // Высокомолекул. соединений. Сер. А. 1981. Т. 23. № 7. С. 1466–1472; Тагер А.А. Физико-химия полимеров. М.: Химия, 1968. С. 586; Ковалева Р.И., Голуб Н.В. Свойства вторичного полиэтилена из изношенных изделий народного потребления // Производство и переработка пластмасс. 1972. № 2. С. 36.

дования санитарно-гигиенических служб ФРГ, США, Англии, проведенные в последние годы, свидетельствуют об отрицательном влиянии деструктирующих пластмасс на окружающую среду. Все это заставляет с осторожностью оценивать перспективы использования деструктирующих полимеров, хотя и не исключается возможность их применения в ряде отраслей.

Одним из наиболее возможных и перспективных путей регенерации свойств полимеров, утерянных в процессе эксплуатации, является термомеханическая регенерация с одновременным введением химически активных ингредиентов.

Перспективным является также химическое модифицирование вторичных полимеров. Возможно модифицирование прививкой, сополимеризацией и другими методами. Ведутся работы по созданию наполненных, совмещенных и вспененных композиций на основе вторичных полимеров³¹.

При всем многообразии способов утилизации отходов и применяемого при этом оборудовании общий порядок процесса состоит из следующих операций:

1. Предварительная сортировка и очистка.
2. Измельчение.
3. Отмывка и сепарация.
4. Классификация по видам.
5. Сушка.
6. Грануляция.
7. Изготовление изделий.

Наиболее трудоемкой частью всей системы вторичного использования полимерных материалов является сбор и классификация отходов, отделение вторичных пластмасс от других отходов. При этом проблему необходимо решать комплексно, выделять из отходов металлы, стекло, бумагу, органические отходы и полимеры для их вторичного использования.

³¹ См.: Композиция на основе вторичных полиэтиленов и полиамида-6 / В.С. Левин, А.М. Якубов, В.И. Коростелев и др. // Пластмассы. 1983. № 1. С. 16–17; Полиэтилен и другие полиолефины: Пер. с англ. и нем. под ред. П.В. Козлова. М.: Мир, 1964. 504 с.; Использование вторичного полиэтилена / А.Н. Мелкумов, В.П. Пруткин, Э.М. Мастов и др. // Пластмассы. 1977. № 9. С. 23–24; Реологические свойства вторичного полиэтилена // М.С. Акутин, М.Я. Забара, М.А. Шишков, И.Т. Жукова // Производство и переработка пластмасс и синтетических смол. М., 1977. № 6 С. 28.

Для удаления металлических примесей применяют магнитную сепарацию³².

Для разделения отходов полимерных материалов, кроме ручной сортировки, используют следующие методы:

- электростатические:
 - разделение за счет различного накопления статического электричества при трении;
 - при электростатическом разделении измельченные частицы диаметром до 10 мм пропускаются между электродами, находящимися под высоким напряжением; разделение производится благодаря различной силе притяжения разнородных материалов;
- флотационные:
 - флотация с применением детергентов и воздуха, пропускаемого через жидкую фазу;
 - флотация за счет осаждения отходов полимеров в ваннах с жидкостями различной плотности (пресная и соленая вода, водноспиртовые смеси), степень разделения составляет 98–99 %;
- гравитационные:
 - разделение в гидроциклоне (метод более производительный и выше чистота выделяемых продуктов по сравнению с предыдущими способами);
 - воздушная сепарация.

Гравитационное разделение может быть сухим на воздухе и мокрым в воде или ином растворе. При мокром гравитационном разделении измельченные частицы подаются в кондиционный бак, откуда частицы под действием поверхностно-активных веществ (ПАВ) переходят в сепараторный бак с неподвижной жидкостью, в которой из-за различий в плотности осуществляется разделение частиц в тяжелой суспензии по высоте аппарата³³.

За рубежом предлагается использовать селективное накопление вторичных полимерных материалов за счет организации

³² Модификация полипропилена путем введения полимерных полупроводников в качестве структурообразователей / М.С. Акутин, Б.А. Кренцель, В.Э. Давыдов и др. // Труды МХТИ им. Менделеева. 1968. Вып. 57. С. 192–196.

³³ Берлин А.А., Васин В.Е. Основы адгезии полимеров. М.: Химия, 1974, С. 392.

сбора пластиковых бутылок и других вышедших из употребления изделий, а также распространения среди населения мешков различного цвета для сбора разных полимерных отходов.

Совершенно очевидно, что отход, будучи «новым» видом сырья, требует независимого и весьма широкого и углубленного изучения его физико-химических свойств. В процессе разработки новой продукции необходимо:

- обеспечить большую долговечность материалам и изделиям, чтобы снизить темпы роста образования отходов потребления;
- все более настоятельной становится необходимость разработки новой продукции в виде, удобном для повторного использования после амортизации.

Возможность многократной переработки пластмасс во многом определяется свойствами сырья. Старение пластмассовых изделий происходит в поверхностном слое толщиной 20 мкм. После вторичной переработки свойства изделий будут тем ближе к свойствам изделий из первичного сырья, чем менее глубоко прошел процесс деструкции полимерных материалов. Для улучшения механических свойств в изделия из вторичных полимеров добавляют первичные полимеры.

Установлено, что при пятикратной переработке полиэтилена высокой плотности при 160 °С и полиэтилена низкой плотности при 180 °С их прочностные свойства практически не изменяются. С этой точки зрения технологические отходы почти всех полиолефинов являются ценным сырьем. Они могут применяться в качестве добавки к первичному материалу или для изготовления изделий технического назначения. Их можно перерабатывать при тех же режимах и на том же оборудовании, что и первичные материалы³⁴.

В связи с быстрым развитием производства многослойных упаковочных пленок и комбинированных полимерных материалов со слоями фольги, бумаги, ткани требуются специальные способы их переработки.

Для разделения ПО, дублированных бумагой, картоном, используют сжатый воздух³⁵, а также метод селективного ра-

³⁴ Вторичная переработка отходов термопластов / С.К. Маленко, В.И. Коростелев, Н.А. Уманский, В.С. Левин // Пластмассы. 1978. № 8. С. 60.

³⁵ Сирота А.Г. Модификация структуры и свойств полиолефинов. Л.: Химия, 1974.

створения в воде и соответствующих растворителях в условиях турбулентного потока с последующей регенерацией растворителя, бумаги, полимера.

Армированные и наполненные ПО растворяют в противоточном экструдере при температуре выше температуры плавления, полученный раствор фильтруют или центрифугируют, сушат, а полимер гранулируют. Возможен способ разделения армированных термопластов расплавлением с помощью теплоносителя, например хлорида натрия, с температурой 150–300 °С.

Несмотря на то, что выпуск изделий из полимеров, таких как тара, детские игрушки, мебельная фурнитура, трубы и т. д. растёт, сбор их на сегодняшний день не везде организован и наиболее реальным ресурсом вторичного полиэтиленового сырья, сбор которого налажен, являются отходы сельскохозяйственной пленки, которая применяется для укрытия парников, теплиц, рассады на полях и т. д. (ОСТ 63.8.81 «Сырье вторичное полиэтиленовое необработанное»). Существующая в отечественной промышленности технология переработки эксплуатационных отходов полиэтиленовой пленки сельскохозяйственного назначения предусматривает использование до 30 % первичного материала для переработки совместно с ВПЭ в изделия назначения которых имеет пониженный срок службы. Таким образом, работа, связанная с использованием возможности регенерации свойств таких отходов с разработкой технологического процесса, позволяющего осуществить регенерацию без привлечения первичного сырья, приобретает сегодня особую актуальность.

В России разработан технологический процесс переработки полиэтиленовой сельскохозяйственной пленки, бывшей в употреблении, включающий в себя сортировку, измельчение на ножевых дробилках, отмывку, отжим на центрифуге, сушку и грануляцию³⁶.

Для переработки пленочных отходов полимеров в России серийно выпускается ножевая дробилка мокрого измельчения в комплекте со шнековым промывателем, в которой операция мойки и измельчения совмещены. Бывшая в употреблении ПЭ пленка сельскохозяйственного назначения или пленочные из-

³⁶ Основные направления переработки отходов термопластов: Бюллетень научно-исслед. ин-та научно-техн. информации и технико-экономич. исследований Госплана БССР. Минск, 1974. С. 3.

деля загружаются в измельчитель, в который одновременно подается вода. В результате интенсивного ударного воздействия происходит отделение загрязнений от поверхности пленки и перевод их в моющую среду. Образующаяся пульпа направляется в трехсекционный поисковый промыватель. Отмываемый продукт проходит последовательно все три стадии. Вода для промывки подается противотоком. Каждая секция состоит из корпуса со штуцерами для подачи воды и сетчатым дном для слива промывных вод и двух шнеков, имеющих по два взаимоположенных витка, что обеспечивает интенсивное перемешивание отмываемого материала. В качестве моющей среды могут быть использованы горячая и холодная вода, горячие водные растворы моющих средств и другие вещества.

Сушка пленочных материалов после их отмывки осуществляется в сушилках. Затем очищенные отходы подаются для смешения с кондиционными полимерами в смеситель-дозатор. Обычно содержание отходов в смеси с полноценным полимером не превышает 20 %, так как в противном случае резко ухудшаются свойства получаемых изделий³⁷.

Стадия измельчения ПО является важной, так как объемная плотность, сыпучесть и размеры частиц вторичного полимерного сырья определяют конструкцию перерабатывающего оборудования. Весьма перспективно измельчение с применением глубокого холода.

Широкое распространение за рубежом нашел метод уплотнения отходов термопластов с помощью дискового уплотнителя – пласкомпактора, разработанного фирмой «Condux»³⁸. Материал пневматически подается в зазор между вращающимся и неподвижным диском с особым характером поверхности. За счет сильного разогрева при трении материал спекается жгутами, и, охлаждаясь струей воздуха, через циклон подается в ножевую мельницу, где измельчается. Следует отметить, что для повышения качества изделия из отходов термопластов после дробления и мойки рекомендуется проводить сортировку по степени состаренности поли-

³⁷ Липатов Ю.С. Новые проблемы физико-химии наполненных полимеров // Композиционные полимерные материалы. Гомель, 1972. С. 3.

³⁸ См.: А. С. 52-8036 Япония, МКИ С 111 8 С08 23/02. Экструзионный формовочный материал / Ота Конносукэ. № 2134; Заявл. 25.01.77; Опубл. 06.07.77.

мера, основанной на изменении плотности. Полимер помещается в водяную ванну, легкие частицы всплывают и удаляются, а тяжелые идут на грануляцию и дальнейшую переработку³⁹.

Одним из методов утилизации ЭО для термопластов является производство на их основе композиционных материалов, в которых полимеры выполняют роль связующего. Это вызвано тем, что свойства ВПЭ оказываются вполне подходящими для применения его в композиции с различными наполнителями в качестве самых разнообразных строительных и других конструкционных материалов⁴⁰. При этом отпадает необходимость в тщательной очистке и сортировке отходов⁴¹. Содержащиеся в отходах включения древесины, металла, камней, терморезактивных пластмасс могут выступать в готовых изделиях наполнителями, повышающими прочность изделий.

Использование вторичных полимерных материалов, содержащих наполнители, позволяет высвободить до 40 % первичного сырья и направить его на производство изделий, которые нельзя получать из вторичного (напорные трубы, упаковочные пленки, транспортная многоборотная тара и др). Это в значительной степени сократит дефицит первичного полимерного сырья.

³⁹ А. С. 53–2050 Япония, МКИ С 1112 С08 23/26. Способ получения композиции полиолефиновой смолы с высокой прочностью / Идэмицу ко-сан К.К. № 4765891; Заявл. 19.12.77; Опубл. 27.06.78.

⁴⁰ См.: Бортоненко С.Н., Косенко В. Г., Калитина А. Д. Процессы и аппараты производства полимерных материалов: К вопросу о переработке вторичных полимерных материалов методом фракционного формования: Тез. докл. М., 1986. Т. 2. С. 1; Мельник И.П., Лебедев Е.В., Аненко В.Ф., Мамуня Е.П. Свойства древеснополимерных материалов на основе вторичного полиэтилена и измельченной древесины // Пластмассы. 1987. № 6. С. 54; Korka B.V, et. al. Polim Compos. 1986. Vol. 7. № 5. P. 337.

⁴¹ См.: Ferbinder E, Janovic Z. Модификация полиэтилена низкой плотности этиленпропиленовыми эластомерами. 1981. Т. 30. № 2. С. 63–66; Кузьмин Ю.Г. Полимер – полимерные композиции. Сплавы и смеси. Обзорн. информация НИИТЭХИМ. М., 1980. С. 67; Пукшанский М.Д., Сирота А.Г. Повышение стойкости полиэтилена к растрескиванию // Пластмассы. 1978. № 10. С. 28–29; А. С. 49–41929 Япония, МКИ С 111 С08 f 29/10. Композиция полиолефинов / Сэйтэцукагакукоге. № 22316; Заявл. 05.06.72; Опубл. 10.12.73; Модифицирование молекулярной структуры и свойств полиэтилена термоэластопластами / М.С. Акутин, Т.И. Соколова, Д.Я. Цванкин, М.Л. Кербер // Высокомолекул. соединения. Сер. А. 1975. № 11. С. 2505–2511; Акутин М.С., Филипова Н.Н. Пленки на основе легированных полиолефинов // Пластмассы. 1977. № 4. С. 8.

Разработаны специальные устройства, обеспечивающие нагрев токами высокой частоты большого количества отходов за короткий срок⁴². Формование производится при невысоких температурах, что исключает термодеструкцию полимера.

Из пластических масс на основе композиций можно изготавливать обширный ассортимент деталей и узлов машин, а также технологическую оснастку различного назначения:

- ролики, катки, бегуны;
- подшипники скольжения;
- трубы, детали арматуры;
- фильтры масляных и водных систем;
- рабочие органы вентиляторов, насосов и гидромашин;
- уплотнения, кожухи, корпуса, резервуары;
- детали приборов и автоматов, болты, гайки, шайбы, пружины, клапаны, рессоры, кулачковые механизмы;
- крупногабаритные элементы конструкций, емкости, лотки, контрольные шаблоны, корпуса приборов.

Наиболее важные области применения – производство электроизоляционных материалов и пленок общетехнического назначения, упаковочной тары, для сельского хозяйства в виде пленок, товаров домашнего обихода, в химическом машиностроении.

Патенты предполагают использование смеси отходов пластмасс и каменноугольной смолы для получения покрытий дорог, аэродромов, производственных площадей, каналов, плотин, на которых не образуется рытвин⁴³. Для производства плит, брусков и других изделий строительного назначения рекомендуется использовать отходы полимеров в смесях, состоящих из 85 % регенерированной пластмассы и 15 % наполнителя. Композиция включает 50 % эластичного термопласта (ПЭ, ПВХ, ПП) и 10 % реактопласта (на основе феноло- и меламиноформальдегидных смол, полиэфиров).

⁴² Кузьмин Ю.Г. Композиционные материалы на основе термопластов // Пластмассы. 1978. № 6. С. 19–22.

⁴³ См: Пат. 0154103 ГДР, МКИ С08 25/1. Термопластичные наполнители / Naumann Н., Rogge. № 57369; Заявл. 12.05.81; Опубл. 15.09.83; А. С. 50–43–379 Япония. Литье под давлением резин / Josnisaki kozo. № 36459; Заявл. 12.10.74; Опубл. 02.05.75; НКВ 32 В.

Для улучшения качества изделий из отходов ПО используют различные наполнители: стекло, вулканический песок, шпат, асбест и т. д.⁴⁴ Кроме этого применяют вспенивание ПО отходов в форме. В результате повышается прочность изделий и облегчается дальнейшая механическая обработка.

В ряде случаев переработка ЭО производится с целью получения защитных и антикоррозионных покрытий. Для этого смесь отходов ПЭ, стеклопластиков, ПВХ при перемешивании растворяют при 186–190 °С в смеси ксилола, бензола, терпенового масла и смоляных кислот, получая однородную массу, в которую добавляют песок. Полученный композиционный материал наносят на металлические образцы. Получаются ударопрочные покрытия: при падении на защитный образец стального шара весом 0,5 кг с высоты 2 м повреждения не отмечаются.

Антикоррозионные покрытия получают методом плазменного напыления. Способы плазменного напыления широко используются для получения покрытий из различных неорганических материалов: металлов, сплавов, керамики. В последнее время эти способы успешно реализуются с применением полимерных порошковых материалов. Они позволяют формировать покрытия непосредственно в процессе напыления полимерного порошка, исключая длительные операции последующего оплавления и монолитизации пленки. При плазменном напылении можно наносить покрытия (полимерные, наполненные и комбинированные) на большие и сложные поверхности крупногабаритных изделий из различных материалов (металла, стекла, керамики) с достаточно высокой скоростью.

Интерес к плазменной технике вызван тем, что энергетические, тепловые, газодинамические параметры плазменной струи (температура, мощность, скорость, состав, давление газовой струи) легко регулируются в широких пределах.

Плазменный способ характеризуется высокой производительностью и степенью автоматизации процесса, экологической, пожаро- и взрывобезопасностью, возможностью созда-

⁴⁴ См.: Нижник В.В., Соломко В.П. Пластифицированные кристаллизующиеся термопласты // Итоги науки и техники. Сер., Химия и технология высокомолекулярных соединений. 1977. Т. 11. С. 211–256; Сирота А.Г. Модификация структуры и свойств полиолефинов. Л.: Химия, 1974.

ния условий труда, соответствующих санитарно-гигиеническим нормам. С помощью плазменного способа можно наносить как термопласты, так и реактопласты. Хорошие результаты получены для таких материалов, как эпоксидные и полиэфирные эмали, поливинилбутираль, фторопласт, пентапласт, полиэтилен и другое, а также для их композитов. Плазменный способ позволяет широко использовать любые отходы производства и потребления полимерного сырья и материалов, так как он не предъявляет жестких требований к чистоте напыляемого порошка.

Нанесение можно производить на поверхность большинства металлов, керамики, дерева, пластмасс, стекла, бетона и др. При этом адгезия получаемых покрытий для большинства материалов выше, чем при других способах нанесения, ввиду активации плазмой в процессе нанесения как частиц порошка, так и опыляемой поверхности. Нанесенные плазменным способом полимерные покрытия имеют специфические свойства и структуру. Их отличают высокая плотность и сплошность, дополнительная сшивка молекулярных структур и агломератов. Это позволяет получать покрытия с повышенной химической и биологической устойчивостью, атмосферостойкостью, высокой электропрочностью. Плазменный способ позволяет получать широкий спектр декоративных покрытий. Это как гладкие покрытия, так и покрытия с поверхностной фактурой.

Способ плазменного нанесения полимерных материалов реализуется на несложном по устройству малогабаритном оборудовании. В его состав входят плазмотрон, источник питания плазмотрона, устройство подачи порошка, камера или рабочее место для напыления.

Таким образом, следует отметить, что в настоящее время развиваются два направления в области использования полимерных отходов. Первое заключается в стремлении выделить из смеси отходов термопластов индивидуальные отходы определенного типа и затем переработать их отдельно или совместно с аналогичными первичными термопластами. При этом капитальные затраты на создание узлов разделения, сепарации компенсируются довольно высокими показателями изделий, полученных с использованием отходов, для тех же целей, что и первичные, то есть для повышения эффективности использования отходов. Второе направление сводится к разработке спосо-

бов и соответствующего технологического оборудования для переработки смеси из отходов без их предварительного разделения. Отсутствие этой стадии делает процесс утилизации более дешевым, снижая при этом физико-механические свойства изделий, полученных таким способом; главное внимание уделяется поиску рациональных областей применения получаемых изделий.

В связи с необратимыми изменениями, происходящими в ПО в процессе эксплуатации, приводящими как к потере эксплуатационных свойств, так и к утрате способности полимера к повторному формованию, идет поиск различных эффективных способов его переработки, одним из которых является модификация ПО с целью придания материалу специальных свойств, соответствующих его применению.

Пластмассы обладают повышенной пожароопасностью, при горении происходит воспламенение материалов, физическое разрушение, обильное дымообразование и выделение токсичных продуктов. Снижение горючести ПО достигается в основном химической модификацией и введением антипиренов.

Технологический процесс получения модифицированных ПО включает следующие стадии:

- сортировка;
- дробление;
- отмывка;
- обработка отходов кремнеорганической жидкостью при 90–100 °С в течение 4–6 ч;
- сушка модифицированного ПО методом центрофугирования;
- перегрануляция модифицированных отходов.

Из полученных таким образом ПО рекомендуется изготавливать дренажные трубы, замещающие керамические. Помимо твердофазного способа модификации, предложен способ модификации ПО в растворе, который позволяет получать порошок вторичного ПО с размером частиц не более 20 мкм, который в дальнейшем может быть использован для переработки в изделия методом ротационного формования и для нанесения покрытий методом электростатического напыления. Главными требованиями к таким покрытиям являются их непроницаемость и устойчивость к растрескиванию, которые могут быть наиболее полно реализованы в том случае, если полимер в покрытии обладает мелкой равномерной структурой и малыми внутренними напряжениями.

В материале попролин-2, разработанном Московским технологическим институтом мясной и молочной промышленности на основе полипропилена, ВПЭ является высокомолекулярной пластифицирующей добавкой, хорошо совмещающейся с основным полимером⁴⁵. Разработанный материал предназначен для производства тары (ящиков) для молочной и мясной промышленности.

Широкое распространение находят отходы полимеров в строительстве с целью модификации свойств традиционных строительных материалов, получения звукоизоляционных плит и панелей, создания герметиков, применяемых в строительстве зданий и гидротехнических сооружений.

В связи с быстрыми темпами развития промышленности и ростом уровня государственного контроля за показателями качества воды большое значение приобретают вопросы очистки промышленных сточных вод. Для улучшения работы очистных сооружений предприятий и удаления взвешенных веществ, красителей, поверхностно-активных веществ (ПАВ) и другого используются локальные способы очистки, в частности методы коагуляции, флокуляции и сорбции. Методы коагуляции и флокуляции, а также химической и физической сорбции – наиболее перспективные методы очистки вод и извлечения ценных продуктов. К числу важнейших реагентов относится и модифицированный полиэтилен.

В качестве синтетических комплексообразователей с хорошими флокулирующими свойствами во всем мире широко используется полиакриламид и его производные.

Проблема использования ПО отходов для изготовления ионообменных смол, используемых для извлечения ионов металлов отличается новизной и актуальностью с точки зрения возможности использования уничтожаемых отходов в народном хозяйстве, получения дополнительных сырьевых ресурсов, защиты окружающей среды.

Комплексообразующая ионообменная смола (КИС) широко используется в гидрометаллургии и других отраслях промышленности для извлечения металлов из разбавленных растворов, очистки сточных вод, ионообменной хроматографии, обработки

⁴⁵ Вторичные материальные ресурсы нефтепереработки и нефтехимической промышленности: Справ. М.: Экономика, 1987. С. 142.

плазмы крови – это лишь отдельные примеры практического использования КИС в науке, медицине, технике и в быту.

Вводимые в ВПЭ наполнители могут быть как минеральными – мел, каолин, тальк, силикаты (обычно повышают модуль упругости, поверхностную твердость, часто химическую стойкость и формоустойчивость при нагревании), так и органическими – древесная мука, сажа, текстильные волокна (улучшают механические свойства и могут повышать влагопоглощение) ⁴⁶.

Введение в битум (являющийся главным связующим элементом в большинстве асфальтовых дорожных покрытий) 5 % композиции ВПЭ с полихлоропреновым латексом позволяет существенно повысить конструкционные свойства асфальтового покрытия. Введение в асфальт ВПЭ, предварительно модифицированного обработкой кислотами, также улучшает конструкционные свойства асфальта. Предлагается использовать ВПЭ для изготовления прессованных композиций с песком для получения строительных плит высокого качества ⁴⁷. Хорошие прочностные характеристики таких плит в сочетании с водостойкостью побудили японских строителей применить их для выстилки морского дна при создании станций по разведению рыбы.

Смешение сосновой стружки и ВПЭ при 160 °С и воздействии сдвиговых деформаций позволяет повысить прочность древесно-полимерного материала в 1,5 раза, который предлагается использовать для производства мебели, тары вместо древесины и металла ⁴⁸. При этом механические свойства и стабильность композитов на основе ПЭ, армированного волокнами осиновой древесины, выше, чем на основе ПЭ, наполненного древесной мукой, слюдой или стекловолокном ⁴⁹.

⁴⁶ Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс. Л.: Химия, 1987. 175 с.

⁴⁷ Бортоненко С.Н., Косенко В.Г., Калитина А.Д. Процессы и аппараты производства полимерных материалов: К вопросу о переработке вторичных полимерных материалов методом фракционного формования: Тез. докл. М., 1986. Т. 2. С. 19.

⁴⁸ Мельник И.П., Лебедев Е.В., Аненко В.Ф., Мамуня Е.П. Свойства древеснополимерных материалов на основе вторичного полиэтилена и измельченной древесины // Пластмассы. 1987. № 6. С. 54.

⁴⁹ Kokta B.V, et. al. Polim Compos. 1986. Vol. 7. № 5. P. 337.

Для получения тары используют также смеси первичного полимера и полимерных отходов (тарных коробок) .

Перспективным представляется производство продукции из вспененных материалов с использованием различных вспенивающих агентов (ВА), а также активаторов разложения ВА⁵⁰. Подобные материалы находят применение в качестве теплоизоляторов. Комбинируют ВА и вспенивают модифицированные композиции ПЭ, используя полученный материал для изготовления пористых труб увлажнителей. При этом рост содержания звеньев ПЭ способствует увеличению степени вспенивания.

При организации переработки пленок сельскохозяйственного назначения из ВПЭ основной предпосылкой для получения высококачественного регранулята является тщательная сортировка отходов по цвету и показателю текучести расплава. При этом переработкой чистого регранулята или его смеси с первичным ПЭ изготавливают толстые строительные и упаковочные пленки, мешки, половые коврики, монтажные трубы и другое.

Для организации производства, основанного на использовании ВПЭ, представляет интерес возможность окрашивания продукции из отходов ПЭ путем применения технологии «сухого окрашивания» с использованием вспомогательного вещества — восколита⁵¹.

Перспективным способом повышения качества является термохимическая обработка кремнийорганическими соединениями. Путем подбора кремнийорганических модификаторов с различными функциональными группами и введения специальных активирующих добавок этот способ позволяет получать изделия из вторичного сырья с повышенными прочностью, эластичностью и стойкостью к старению.

Технологический процесс получения модифицированного материала включает следующие стадии: сортировка, дроб-

⁵⁰ См.: Модифицирование полимерных материалов / А.В. Дзана, П.К. Рейжманис, Г.В. Скуиня, В.В. Турурейна. Рига, 1986. № 14. С. 129–139; Конда М., Накамура С. Пат. Японии. № 62–27483. 1985.

⁵¹ Сирота А.Г. Модификация структуры и свойств полиолефинов. Л.: Химия, 1984.

ление и отмывка отходов; обработка отходов кремнийорганической жидкостью при 90 ± 10 °С в течение 4–6 ч; сушка модифицированных отходов методом центрифугирования; перегрануляция модифицированных отходов. Модификация отходов ПЭ резиновой крошкой и этиленпропилендиеновым каучуком позволяет получать формовочную массу, из которой литьем под давлением либо прессованием изготавливают автомобильные крылья, бамперы, пылеуловители и т. д.

Кроме труб, из модифицированного полимера могут быть получены также различные емкости, тара, детали вентиляторов, упаковочные и защитные пленки и другие изделия.

В настоящее время модификация является основным методом расширения эксплуатационных характеристик ВПЭ. При модификации ВПЭ решаются две задачи:

- **облагораживание с помощью различных добавок, направленное на восстановление либо улучшение характеристик первичного полиэтилена, утраченных в процессе эксплуатации, и использование модифицированного ВПЭ в традиционных областях применения первичного ПЭ;**
- **получение материалов с новыми, отличными от присутствующих первичному ПЭ свойствами. Последнее направление реализуется двумя способами: получение композитов на основе ВПЭ – механохимическая модификация и химическая модификация ВПЭ.**

К наиболее многотоннажным ПО относятся пластмассы на основе полистирола, полиолефины и поливинилхлориды. Полистирольные пластики являются одними из самых дешевых пластмасс. Ценные физические и химические свойства, присущие этим материалам, а также хорошая перерабатываемость в изделия различными методами (литьем под давлением, экструзией, вакуум- и термоформованием) обеспечивают широкое применение их в различных отраслях народного хозяйства, в частности при изготовлении тары для пищевой промышленности. Для непосредственного контакта с пищевыми продуктами допущены лишь немногие марки полистирольных пластиков, для которых на стадии синтеза предусмотрена операция удаления вредных для организма человека веществ. В рецептуру полистирольных пластиков вводятся вещества, придающие им определенные свойства (пластификаторы, стабили-

заторы, смазки, наполнители, антистатические добавки). Кроме того, применяются химические соединения, имеющие значение при процессе полимеризации (катализаторы, инициаторы, эмульгаторы, растворители).

Полистирольные пластики можно отнести к наиболее изученным с гигиенической точки зрения полимерным материалам. Разработаны и утверждены Минздравом РФ методические указания по гигиенической оценке качества полистирольных пластиков. В ГОСТы, ОСТы и ТУ на различные марки полистирольных пластиков введены методы гигиенических испытаний.

Полихлорбифенилы (ПХБ) обладают комплексом уникальных физических и химических свойств, которые и определили использование ПХБ в качестве диэлектриков, гидравлических жидкостей, теплоносителей, смазочных масел.

В начале 70-х годов эти соединения были признаны загрязнителями окружающей среды. К началу 80-х годов общее количество произведенных ПХБ оценивалось в 1 млн т, из них 400 тыс. т попало в ОС, а 600 тыс. т до сих пор используются в качестве диэлектриков, теплоносителей или находятся в отстойниках.

Более поздние исследования показали, что даже после запрета производства этих продуктов в США, Японии и ряде других стран содержание ПХБ в ОС практически не меняется.

Химическая стойкость ПХБ обуславливает их способность к биоаккумуляции в богатых липидах печени, почвах, легких, мозговых тканях человека и животных, что приводит к заболеваниям печени, потере массы, дерматологической токсичности, атрофии тимуса, канцерогенезу, дезорганизации гомеостаза стероидных гормонов, мутагенному эффекту и т. д.

Все выше сказанное делает проблему переработки ПХБ очень актуальной.

Наиболее эффективным путем снижения количества ПХБ в ОС является превращение их в экологически безопасные продукты. Можно выделить следующие методы переработки ПХБ: реагентное и электрохимическое дехлорирование, пиролизные, радиационно-химические и фотохимические, биотехнологические, окислительные и гидродехлорирование.

Более подробно хотелось бы рассмотреть окислительные методы переработки ПХБ.

Среди методов обезвреживания ПХБ-содержащих материалов они являются доминирующими. Они подразделяются на собственно сжигание и специальные методы окисления. К последним относятся каталитическое окисление, озонирование, окисление в сверхкритических условиях.

Сжигание преобладает не только среди окислительных методов переработки ПХБ и ПХБ-содержащих материалов. Это обусловлено универсальностью данного метода в отношении типов перерабатываемых материалов, легкостью управления процессом, его приспособляемостью к различным технологическим вариантам и условиям обезвреживания, что облегчает создание мобильных установок, обеспечивает возможность полезного использования теплоты сгорания. Основные требования, предъявляемые к процессам сжигания ПХБ – эффективность разложения (99 %) и отсутствие в продуктах сгорания хлора. Для выполнения этих требований Агентство по охране окружающей среды США рекомендует вести процесс сжигания при температуре 1 200 °С, а время пребывания в камере сжигания должно быть более 2 с. Температура 1 200 °С и устойчивый режим горения обеспечиваются определенным избытком дополнительного топлива по отношению к ПХБ и избытком окислителя (кислород, воздух) по отношению к топливу. Превышать температуру нет необходимости, поскольку это приводит к перерасходу топлива и быстрому изнашиванию оборудования.

Главным недостатком методов сжигания является опасность образования в процессе окислительной деструкции ПХБ высокотоксичных полихлордифенилоксинов и полихлордифенилоксиантронов. Недостатком методов сжигания является также низкая избирательность, поэтому применение их оправдано только при достаточно высоком содержании ПХБ в обезвреживаемых материалах. К другим недостаткам относится высокая стоимость оборудования, дополнительный расход топлива, быстрое изнашивание оборудования в условиях агрессивных сред (Cl_2 и HCl) и высоких температур.

Анализ проблем переработки ПХБ показывает, что для практического решения этой природоохранной проблемы возможно применение как отдельных методов, так и их различных комбинаций. Для каждого метода обезвреживания должна быть

подобрана конкретная технология, определяемая агрегатным состоянием материала, концентрацией ПХБ в нем, заданной степенью дехлорирования и другими технологическими и природными требованиями⁵².

Из переработанных различных видов ПО разрабатываются и изготавливаются новые строительные материалы. Например, Компания «Гермопласт» выпускает следующие материалы.

Бикапол – современный кровельный рулонный материал, предназначенный для устройства новых сплошных и наборных кровель, а также ремонта старых рулонных, мастичных или штучных кровель. Бикапол изготавливается из смесевых термоэластопластов по технологиям компании «Гермопласт». Он обладает высокими физико-механическими характеристиками, которые соответствуют международному уровню требований. Температурные пределы эксплуатации материала от – 50 °С до + 80 °С.

Битурэл – современный материал нового поколения с уникальными свойствами, представляющий собой двухкомпонентную отверждающуюся холодную мастику. Он предназначен для устройства новых мастичных кровель и ремонта старых кровель всех типов, в том числе рулонных, металлических, асбестоцементных, а также для антикоррозионной защиты различных конструкций, в том числе подземных. В настоящее время битурэл широко применяется в различных регионах России, стран СНГ и за рубежом. Мастичное покрытие битурэл имеет высокие эксплуатационные характеристики, такие как водонепроницаемость, эластичность, атмосферостойкость и долговечность. Битурэл обладает хорошей паропроницаемостью, что предотвращает вздутия на кровлях. После отверждения битурэл представляет собой монолитный резиноподобный эластичный материал черного цвета с гладкой поверхностью.

Температурные пределы эксплуатации мастики от – 50 °С до + 120 °С. Прогнозируемая долговечность не менее 15 лет.

Главными преимуществами битурэла являются:

- высокая технологичность производства работ по ее нанесению механизированным способом или вручную (кистями, валиками и др.);

⁵² Занавескин Л.Н., Аверьянов В.А. Переработка и обезвреживание полихлорбифенилов // Экология и промышленность России. 1999. № 9. С. 10–14.

- возможность нанесения на влажную или даже мокрую поверхность при сохранении высокой адгезии ко всем видам материалов, что позволяет продлить сезон выполнения кровельных работ.

Битурэл надежно защищает поверхность :

- металлических и железобетонных конструкций от коррозии при их эксплуатации (консервации) на воздухе или в грунте (трубопроводы, опоры, днища автомобилей, фундаменты и т. п.) ;
- металлических конструкций при временном воздействии сильно агрессивных сред;
- металлических конструкций при эксплуатации в грунтах со слабой или средней агрессивностью.

Гидрофор – экологически чистая полимерная двухкомпонентная холодная композиция, относящаяся к классу отверждающихся (эластичных) мастик. Температурные пределы эксплуатации мастики гидрофор от – 60 °С до + 80 °С.

Гидрофор предназначена для гидроизоляции и антикоррозионной защиты наземных и подземных железобетонных, каменных и металлических (в том числе ржавых) сооружений и конструкций, эксплуатируемых преимущественно без постоянного воздействия УФ-облучения: фундаментов, стен подвалов, очистных сооружений, ванн, душевых, бассейнов (в том числе плавательных в детских учреждениях), объектов и сооружений питьевого и хозяйственного водоснабжения, а также пищевой промышленности (в том числе пивоваренной и винодельческой). Гидрофор может применяться как клеящий состав при облицовке резервуаров, бассейнов, ванн, а также в качестве защитного и энергопоглощающего покрытия для днищ автомобилей. Мастика может применяться как в ходе нового строительства, так и во время ремонтных работ. Возможен выпуск модификации для применения в условиях повышенных температур, кроме объектов хозяйственного и питьевого водоснабжения и пищевой промышленности.

Разработана новая высокоэффективная теплоизолирующе-конструкционная композиция на основе полиуретанов **УКУТ** (универсальный конструкционный уретановый теплоизолятор). УКУТ представлен двумя марками: УКУТ-1 и УКУТ-2.

Композиция УКУТ-1 предназначена для теплозащиты практически любых конструкций, применяемых в домостроении. Особенно эффективным является утепление с ее помощью ограждающих конструкций полносборных зданий: покрытий, перекрытий, наружных стеновых панелей, межпанельных стыков, стыков между столярными изделиями и ограждениями и т. п. Кроме того, УКУТ-1 может быть использован для теплоизоляции трубопроводов различной конфигурации и назначения.

Композиция УКУТ-2 является конструкционным материалом, служащим в качестве заполняемой бетоном «потерянной» («оставляемой») опалубки для возведения наружных и внутренних стен, устройства перекрытий, лестниц, крыш и других элементов монолитных малоэтажных жилых зданий, в том числе коттеджного типа.

Композиция БП-КС (жидкий эбонит). Данный материал предназначен для использования в качестве антикоррозионного покрытия трубопроводов судовых систем при воздействии морской и технической воды. Кроме того, материал успешно применяется для защиты различных деталей изделий в химическом, машиностроительном и других производствах, где по условиям эксплуатации требуется защита от воздействия неокисляющих кислот, солей и оснований.

Жидкий эбонит является малоопасным и малотоксичным веществом, относясь по степени воздействия на организм человека к IV классу опасности.

Полур – качественно новые, не содержащие экологически вредных эпоксидных смол, двухкомпонентные полимерные композиции на основе полиуретанов со специальными функциональными добавками. Композиции полур предназначены для устройства монолитных покрытий наливных полов, для устройства и ремонта кровель, для изготовления объемных изделий различной формы и сложности. Полур может применяться как в ходе нового строительства, так во время ремонтных работ. Температурные пределы эксплуатации от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Основные преимущества композиций полур:

- высокая адгезия к любым материалам (бетону, камню, металлу, стеклу и т. д.);
- способность гасить шумы;

- высокая износостойкость и эксплуатационная надежность;
- повышенная стойкость к агрессивным средам (масло, бензин, кислоты, растворы солей, слабые растворы щелочей);
- отсутствие в составе композиций экологически вредных эпоксидных смол.

3.14. Твердые бытовые отходы – ценное сырье

По утверждению британского журнала «The Economist», твердые бытовые отходы, – это экологическая проблема, вызывающая наибольшую озабоченность жителей развитых стран.

Исторически «на виду» всегда были жидкие и газообразные отходы – промышленные загрязнения воды и воздуха, – и они становились объектом первоочередного контроля и регулирования, в то время как твердые отходы всегда можно было увезти подальше или закопать – попросту тем или иным способом убрать «с глаз долой». В прибрежных городах отходы довольно часто просто сбрасывались в море. Экологические последствия захоронения мусора – через загрязнение подземных вод и почв – проявлялись иногда через несколько лет или даже несколько десятков лет, однако были от этого не менее разрушительны. В общественном сознании постепенно сформировалась идея о том, что закапывание отходов в землю или сброс их в море – это недопустимое перекладывание наших проблем на плечи потомков. Параллельно наметилась и другая тенденция: чем жестче было законодательство по контролю воды и воздуха, тем больше производилось твердых токсичных отходов, так как все методы очистки газообразных и жидких сред приводят к концентрации загрязнителей в твердом веществе: в илах, осадках, золе и т. д.

В настоящее время в развитых странах производится от 1 до 3 кг бытовых отходов на душу населения в день, что составляет десятки и сотни миллионов тонн в год, причем в США, например, это количество увеличивается на 10 % каждые 10 лет. В связи с отсутствием мест для захоронения такого огромного количества отходов на Западе заговорили о **кризисе отходов**, или **кризисе свалок**. В японских гаванях насыпаны «мусорные острова» из гор бытовых отходов, производимых в метрополиях; в США города на Северо-Восточном побережье отправля-

ют свой мусор в другие страны на океанских баржах. История самой злополучной из таких барж – «Mungoe» – которая в течение года плавала от порта к порту, пытаясь пристроить мусор из Нью-Джерси, и вернулась домой, так и не струзив ни тонны, попала во все экологические хрестоматии и учебники как наиболее яркая иллюстрация кризиса свалок.

При внимательном рассмотрении проблема отходов представляется более сложной, чем просто нехватка места для новых свалок. Мест для новых свалок всегда не хватало: по свидетельству журнала «Waste», еще в 1889 году американский федеральный чиновник жаловался, что «мусор становится некуда выбрасывать и скоро мы должны будем придумать новый метод избавляться от него».

Существуют взаимосвязанные аспекты этой проблемы, которые делают ее насущной именно в наше время:

- объем ТБО непрерывно возрастает как в абсолютных величинах, так и на душу населения;
- состав ТБО резко усложняется, включая в себя все большее количество экологически опасных компонентов;
- отношение населения к традиционным методам сваливания мусора на свалки становится резко отрицательным;
- законы, ужесточающие правила обращения с отходами, принимаются на всех уровнях;
- новые технологии утилизации отходов, в том числе современные системы разделения, мусоросжигательные заводы-электростанции и санитарные полигоны захоронения, все более широко внедряются в жизнь;
- экономика управления отходами усложняется. Цены утилизации отходов резко возрастают. Современное управление отходами невозможно представить без частных предприятий и крупных инвестиций.

Все эти аспекты проблемы завязаны в узел, который затягивался в развитых странах на протяжении последних 20–30 лет все туже и туже.

Традиционно бытовые отходы вывозились на свалки, расположенные вблизи населенных пунктов и работающие за счет муниципальных бюджетов. Со временем вследствие постоянной угрозы здоровью населения, исходившей от свалок (отравление грунтовых вод, размножение переносчиков заболева-

ний, неприятный запах, дым от частых самовозгораний), во многих странах стали принимать более строгие правила их размещения, конструкции и эксплуатации. Отрицательное отношение населения и новые стандарты делали открытие новых свалок (или «полигонов по захоронению ТБО», как они стали именоваться) все более сложным делом.

В это время как раз и заговорили о ранее упоминавшемся кризисе свалок. Ситуацию не изменило появление в начале 80-х годов мусоросжигательных заводов (МСЗ) «нового поколения» (снабженных высокотехнологичными устройствами очистки выбросов). МСЗ, подобно свалкам, были встречены населением в штыки из-за боязни диоксинов и других загрязнителей воздуха, а также из-за нерешенности проблем с захоронением токсичной золы, образующейся при сжигании ТБО. Находить площадки для МСЗ оказалось ничуть не легче, чем для полигонов, а себестоимость сжигания отходов оказывается ничуть не ниже, чем себестоимость закапывания их в землю. В странах с развитым экологическим законодательством до половины капитальных расходов при строительстве МСЗ уходит на установку воздухоочистительных систем, до $\frac{1}{3}$ эксплуатационных расходов МСЗ уходит на плату за захоронение золы, образующейся при сжигании мусора, которая представляет из себя гораздо более экологически опасное вещество, чем ТБО сами по себе.

Комплексное управление отходами (КУО)

Комплексное управление отходами (Integrated Waste Management) начинается с изменения взгляда на то, чем являются бытовые отходы. Известному эксперту по проблеме отходов Полу Коннетту принадлежит краткая афористичная формулировка, выражающая этот новый взгляд: «Мусор – это не вещество, а искусство – искусство смешивать вместе разные полезные вещи и предметы, тем самым определяя им место на свалке». «Смешивая различные полезные предметы с бесполезными, – продолжает Коннетт, – токсичные с безопасными, горючие с негорючими, мы не должны удивляться, что полученная смесь бесполезна, токсична и плохо горит. Эта смесь, называемая бытовыми отходами, будет представлять опасность

для людей и окружающей среды, попав как в мусоросжигатель, так и на свалку или мусороперерабатывающий завод». Традиционные подходы к проблеме ТБО ориентировались на уменьшение опасного влияния на окружающую среду путем изоляции свалки от грунтовых вод, очистки выбросов мусоросжигательного завода и т. д. Нетрадиционный взгляд на проблему, коротко выражаясь, состоит в том, что гораздо проще контролировать что попадает **на** свалку, чем то, что попадает **со** свалки в окружающую среду. Основа концепции КУО состоит в том, что бытовые отходы состоят из различных компонентов, которые не должны в идеале смешиваться между собой, а должны утилизироваться отдельно друг от друга наиболее экономичными и экологически приемлемыми способами.

Принципы КУО:

1. ТБО состоят из различных компонентов, к которым должны применяться разные подходы.

2. Комбинация технологий и мероприятий, включая сокращение количества отходов, вторичную переработку и компостирование, захоронение на полигонах и мусоросжигание, должна использоваться для утилизации тех или иных специфических компонент ТБО. Все технологии и мероприятия разрабатываются в комплексе, дополняя друг друга.

3. Муниципальная система утилизации ТБО должна разрабатываться с учетом конкретных местных проблем и базироваться на местных ресурсах. Местный опыт в утилизации ТБО должен постепенно приобретаться посредством разработки и осуществления небольших программ.

4. Комплексный подход к переработке отходов базируется на стратегическом долговременном планировании, обеспечивает гибкость, необходимую для того, чтобы быть способным адаптироваться к будущим изменениям в составе и количестве ТБО и доступности технологий утилизации. Мониторинг и оценка результатов мероприятий должны непрерывно сопровождать разработку и осуществление программ утилизации ТБО.

5. Участие городских властей, а также всех групп населения (то есть тех, кто собственно «производит» мусор) – необходимый элемент любой программы по решению проблемы ТБО. КУО предполагает, что в дополнение к традиционным способам (мусоросжиганию и захоронению) неотъемлемой частью

утилизации отходов должны стать мероприятия по сокращению количества отходов, вторичная переработка отходов и компостирование (аэробное сбраживание органической части отходов). Только комбинация нескольких взаимодополняющих программ и мероприятий, а не одна технология, пусть даже самая современная может способствовать эффективному решению проблемы ТБО.

Иерархия КУО и интеграция подходов

В рамках КУО предполагается, что населенный пункт, район или область выбирают подходы к решению проблемы ТБО в зависимости от своих специфических местных условий и ресурсов. Однако при определении целей программы по утилизации ТБО и планировании стратегии целесообразно иметь представление об определенной иерархии комплексного управления отходами. Такая иерархия подразумевает, что в первую очередь должны рассматриваться мероприятия по первичному сокращению отходов, затем по вторичному сокращению: повторному использованию и переработке оставшейся части отходов и в самую последнюю очередь – мероприятия по утилизации или захоронению тех отходов, возникновения которых не удалось избежать и которые не поддаются переработке во вторсырье.

Сокращение отходов «у источника» на самом верху этой иерархии. Под *сокращением* понимается не только уменьшение общего количества отходов, но и уменьшение их токсичности и иных вредных свойств. Сокращение отходов достигается вследствие переориентации производителей и потребителей на продукты и упаковку, приводящие к меньшему количеству отходов. В настоящий момент в России более разумно говорить не о сокращении объема отходов, а об ограничении их бесконтрольного роста.

Вторичная переработка (включая компостирование) – это вторая ступень иерархии. Вторичная переработка («ресайклинг») улучшает эффективность мусоросжигания путем удаления из общего потока отходов нестираемых материалов.

Ниже в иерархии стоят **сжигание мусора** и **захоронение на полигонах**. Мусоросжигание уменьшает объем отходов, попадающих на свалки, и может использоваться для производства элект-

троэнергии. Хотя сжигание всех отходов без разбора – это технология прошлого, современные мусоросжигательные установки, оборудованные системами очистки выбросов, генераторами электроэнергии и используемые в комбинации с другими методами утилизации ТБО, могут помочь справиться с потоком мусора, особенно в плотно заселенных областях.

Захоронение на полигонах продолжает оставаться необходимым для отходов, не поддающихся вторичной переработке, нестораемых или сторающих с выделением токсичных веществ.

Связь технологических, организационных и экономических принципов

Проблема бытовых отходов не решается выбором «правильной» технологии или даже комбинации технологий, так как кроме технологических она имеет экономические, социальные и организационные аспекты. Идея КУО заключается в том, что все эти аспекты должны рассматриваться в комплексе.

Организационные и социальные аспекты. Типичной ошибкой, допускаемой во многих программах по решению проблемы ТБО, с которой приходится бороться общественным организациям, является полная и бесконтрольная передача их в руки «профильных» департаментов городской администрации. При этом, во-первых, из процесса принятия и выполнения решений по выбору альтернатив утилизации отходов нередко оказывается исключено не только население, но и выборные органы города. Уже одно это делает осуществление многих экологически приемлемых альтернатив обращения с отходами принципиально невозможным. Во-вторых, службы коммунального обеспечения обычно активно охраняют свою традиционную монополию на решение всех проблем, связанных с мусором. Это означает не только низкую эффективность сервиса, но и невозможность пробиться для альтернативных подходов, в которых «эксперты» из департаментов не считают себя специалистами.

Экономика утилизации отходов. Здесь самый важный (и пока непривычный для жителей и властей российских городов) факт состоит в том, что за выбрасывание мусора надо платить нема-

лые деньги. В странах Европы и Северной Америки утилизация отходов, проводимая с соблюдением экологических норм, обходится в среднем в несколько десятков, а иногда – более сотни долларов за тонну.

Факт «ненулевой цены» имеет разнообразные экономические последствия, оказывается, что на утилизации отходов можно зарабатывать: прежде всего заставляя платить тех, кому нужно куда-то выбрасывать мусор, а также извлекая из отходов вторсырье, перерабатывая и продавая его. Некоторые крупные свалки в США имеют обороты в сотни тысяч долларов в день. Разумеется, возможность зарабатывать на Западе привлекает в индустрию по переработке отходов частные компании. Аналогичные процессы начинаются и в России. Городские руководители должны быть готовы принимать обоснованные и подходящие для конкретной местной ситуации решения по передаче части или всего комплекса работ по сбору и утилизации отходов в руки частных предприятий, а общественные экологические организации должны будут выработать свою позицию по отношению к этому явлению.

Существует множество факторов, которые необходимо рассмотреть при приватизации обращения с ТБО. Муниципальные предприятия по сбору и утилизации ТБО могут, в принципе, предложить населению более низкие цены, в структуру которых не заложены прибыль и налоги. Централизованная система поможет стандартизовать операции и обеспечить необходимую гибкость в переходе на новые подходы и технологии. В то же время предприятия, находящиеся в муниципальной собственности, обычно работают менее эффективно из-за отсутствия конкуренции. Так как эксплуатация муниципальных предприятий должна финансироваться из городского бюджета, средств в котором всегда не хватает, то проблемы решаются самым дешевым, а не самым лучшим способом. Яркий пример этому: нынешнее состояние российских городских свалок, находящихся в «общественной собственности». Частные же предприятия не нужно финансировать из городского бюджета и можно заставить выполнять все экологические нормы. Конкуренция (конечно, только в том случае, если она появится) заставит частные предприятия работать эффективно, и к тому же независимо от политических изменений в городской адми-

нистрации. В то же время следует ожидать, что цена переработки отходов для населения значительно возрастет, так как компания будет стараться извлечь прибыль из утилизации отходов и платить налоги. К тому же для общественных организаций и населения взаимодействие с частными компаниями может оказаться более трудным.

Высокая цена за утилизацию отходов создает дополнительный рычаг в управлении отходами: например, во многих странах населения и учреждения платят за утилизацию *в зависимости от количества отходов, которое они выбрасывают*. Это создает мощный стимул к сокращению количества отходов, отправляемых на свалку, и задача властей состоит в том, чтобы предоставить реальные альтернативы свалке, например, организовать сбор вторсырья. Население будет гораздо охотнее собирать вторсырье, если в противном случае за выбрасывание отходов нужно будет платить. Однако слишком высокая цена за утилизацию отходов может привести к проблеме незаконных свалок.

Системы сбора и промежуточного хранения отходов

Сбор отходов часто является наиболее дорогостоящим компонентом всего процесса утилизации. Поэтому правильная организация сбора отходов может сэкономить значительные средства. Существующая в России система сбора ТБО должна оставаться стандартизированной с точки зрения экономичности. В то же время дополнительное планирование необходимо для того, чтобы решить новые проблемы (например, отходы коммерческих киосков, на сбор которых часто не хватает ресурсов). Иногда средства для решения этих новых проблем можно изыскать, вводя дифференцированную плату за сбор мусора.

В густонаселенных территориях нередко приходится транспортировать отходы на большие расстояния. Решением в этом случае может явиться станция временного хранения отходов, от которой мусор возможно вывозить большими по грузоподъемности машинами или по железной дороге. Следует при этом отметить, что станции промежуточного хранения представляют собой объекты повышенной экологической опасности и могут при неправильном расположении и эксплуатации вызы-

вать не меньше нареканий местных жителей и общественных организаций, чем свалки и МСЗ.

Варианты утилизации ТБО и их интеграция

Сокращение отходов. Термин «сокращение отходов» обозначает спланированную серию мероприятий, направленных на уменьшение количества и вредных свойств производимых отходов и увеличение доли отходов, которые могут быть использованы как вторсырье.

В западных странах кампания за сокращение отходов ведется давно и в основном направлена против излишней упаковки, так как значительная часть ТБО состоит из упаковочных материалов:

- около 30 % отходов по весу и 50 % по объему составляют различные упаковочные материалы;
- 13 % веса и 30 % объема упаковочных материалов составляет пластик; в настоящий момент абсолютное количество пластиковых отходов в развитых странах удваивается (!) каждые десять лет.

Таким образом, уменьшение отходов, связанных с упаковкой товаров, является одним из важнейших направлений работы по сокращению отходов. То, как упаковываются товары, в значительной степени зависит от предпочтений потребителей, которые, в свою очередь, формируются средствами массовой информацией, рекламой и т. п.

Чем больше разнообразие упаковочных материалов, тем сложнее организовать программы вторичного использования и переработки. Поэтому необходимо ограничение разнообразия упаковок. Например, даже в таких странах с высоким уровнем жизни, как Дания и Норвегия, разрешены к применению не более 20 типов бутылок для напитков.

В прошлом в России выбрасывалось меньше отходов на душу населения, чем на Западе, однако в последнее время в связи с внедрением западной потребительской культуры в этой области происходят быстрые изменения. Одноразовые бесплатные пластиковые пакеты в супермаркетах, одноразовая посуда, одноразовые алюминиевые банки для пива и прохладительных напитков (которые на Западе почти на 100 % перераба-

тываются, а у нас идут напрямик на свалку) – первые тревожные симптомы этой тенденции. Задачей мероприятий по сокращению отходов в России должно быть недопущение бесконтрольного роста количества отходов потребления, прежде всего через экономические стимулы и образовательно-просветительские программы.

Основной элемент сокращения отходов – удаление *особо опасных отходов*, таких как детергенты, ядохимикаты, лакокрасочные материалы, аккумуляторы и батарейки и т. д., из потока ТБО. Эти продукты не должны попадать на обычные полигоны или мусоросжигательные заводы. Обращение с опасными отходами, включая их транспортировку и хранение, обычно требует применения дорогостоящих «высоких» технологий и, как правило, осуществляется организациями, имеющими государственную лицензию на деятельность такого типа, работа которых оплачивается производителем опасных отходов, или, в особых случаях, страховыми компаниями или государством.

Вторичная переработка. Довольно многие компоненты ТБО могут быть переработаны в полезные продукты.

Стекло обычно перерабатывают путем измельчения и переплавки (желательно, чтобы исходное стекло было одного цвета). Стекланный бой низкого качества после измельчения используется в качестве наполнителя для строительных материалов (например, так называемый «глассфальт»). Во многих российских городах существуют предприятия по отмыванию и повторному использованию стеклянной посуды.

Стальные и алюминиевые банки переплавляются с целью получения соответствующего металла. При этом выплавка алюминия из баночек для прохладительных напитков требует только 5 % от энергии, необходимой для изготовления того же количества алюминия из руды, и является одним из наиболее выгодных видов «ресайклинга».

Бумажные отходы различного типа уже многие десятки лет применяют наряду с обычной целлюлозой для изготовления пульпы – сырья для бумаги. Из смешанных или низкокачественных бумажных отходов можно изготавливать туалетную или оберточную бумагу и картон. К сожалению, в России только в небольших масштабах присутствует технология производства высококачественной бумаги из высококачественных отхо-

дов (обрезков типографий, использованной бумаги для ксероксов и лазерных принтеров и т. д.). Бумажные отходы могут также использоваться в строительстве для производства теплоизоляционных материалов и в сельском хозяйстве – вместо соломы на фермах.

Переработка *пластика* в целом – более дорогой и сложный процесс. Из некоторых видов пластика (например, ПЕТ – двух- и трехлитровые прозрачные бутылки для прохладительных напитков) можно получать высококачественный пластик тех же свойств, другие (например, ПВХ) после переработки могут быть использованы только как строительные материалы.

Социально-экономические аспекты вторичной переработки

Основной проблемой в переработке вторсырья является не отсутствие технологий переработки – современные технологии позволяют переработать до 90 % от общего количества отходов, – а отделение вторсырья от остального мусора (и разделение различных компонент вторсырья). Существует множество технологий, позволяющих разделять отходы и вторсырье. Самая дорогая и сложная из них – извлечение вторсырья из уже сформировавшегося общего потока отходов на специальных предприятиях. Более простые технологии извлечения тех или иных компонент из потока ТБО могут и должны применяться, например, обогащение ТБО с целью повышения его энергетической ценности и устранения нежелательных элементов перед мусоросжиганием. Более прогрессивные технологии извлечения вторсырья подразумевают ту или иную форму участия общественности – организацию центров по сбору вторсырья или его покупки у населения, мероприятия по отдельному сбору отходов на улицах с помощью специальных контейнеров или организацию системы отдельного сбора отходов на бытовом уровне.

Для успешного осуществления программы извлечения из отходов или сбора вторсырья и его переработки необходимо придерживаться ряда принципов, перечисленных ниже.

Развивать и изучать рынки. Успех программ извлечения и переработки вторсырья в конечном итоге зависит от состояния рынков вторсырья. Разделение отходов экономически выгодно

только тогда, когда конечные продукты находят сбыт или когда удастся избежать значительной платы за размещение отходов на свалке или их сжигание.

Начинать с малого. Большинство успешных программ по переработке вторсырья начинались как экспериментальные или, как говорят пилотные, проекты, которые позволяли руководителями набрать опыт, изучить рынки сбыта и подготовиться к осуществлению более масштабных проектов.

Привлекать население с ранних стадий осуществления программы. Важность этого принципа невозможно переоценить, поскольку именно население — главное действующее лицо в сборе вторсырья.

Ставить реалистичные цели и задачи. При постановке целей следует иметь в виду следующие цифры: цель, поставленная на федеральном уровне в США, — добиться переработки 25 % отходов в масштабах страны. Во многих американских городах и штатах эта цифра — 40 %. В Сиэттле перерабатывается 60 % всех отходов. В масштабах одного населенного пункта удавалось перерабатывать до 90 % отходов.

ГЛАВА 4 . ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

Согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 11.02 2002 года № 135 «О лицензировании отдельных видов деятельности» в соответствии с Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 08.08 2001 года № 123-ФЗ утвержден перечень видов деятельности, на осуществление которых требуется лицензия. При выдаче лицензии на право проведения тех или иных работ с отходами административные органы контролируют наличие организационно-технических возможностей и материально-технического оснащения для выполнения заявленных видов деятельности, а также обученность персонала не только на проведение заявленных в лицензии действий в отношении данного отхода, но и аналогичных действий в случае возникновения нештатной (аварийной) ситуации с данным отходом. Любые ограничения, и прежде всего экологического характера, связанные с обращением с отходом, и основные действия, предпринимаемые в случае возникновения нештатной ситуации из-за отхода, могут быть определены на основе данных паспорта отхода. «Положение о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами» от 23.05 2002 года № 340 определяет порядок лицензирования деятельности по обращению с опасными отходами, осуществляемой юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями⁵³.

⁵³ Положение о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами от 23 мая 2002 года № 340.

Лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами осуществляется Министерством природных ресурсов Российской Федерации и его территориальными органами (далее именуется – лицензирующий орган) .

Лицензионными требованиями и условиями осуществления деятельности по обращению с опасными отходами являются:

- выполнение лицензиатом международных договоров, законодательства Российской Федерации, государственных стандартов в области обращения с опасными отходами, правил, нормативов и требований, регламентирующих безопасное обращение с такими отходами;
- наличие у лиц, допущенных к деятельности по обращению с опасными отходами, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами;
- наличие у лицензиата принадлежащих ему на законном основании производственных помещений, объектов размещения отходов, соответствующих техническим нормам и требованиям оборудования, транспортных средств, необходимых для осуществления лицензируемой деятельности;
- наличие у лицензиата средств контроля и измерений, подтверждающих соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении лицензируемой деятельности.

Для получения лицензии соискатель лицензии представляет в лицензирующий орган следующие документы:

- заявление о предоставлении лицензии с указанием: наименования, организационно-правовой формы и места нахождения – для юридического лица; фамилии, имени, отчества, места жительства, данных документа, удостоверяющего личность, – для индивидуального предпринимателя; лицензируемой деятельности, класса опасности отходов для окружающей среды, опасных свойств отходов, видов отходов;
- копии учредительных документов и документа, подтверждающего факт внесения записи о юридическом лице в Единый государственный реестр юридических лиц; (в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10 2002 года

№ 731); копия свидетельства о государственной регистрации гражданина в качестве индивидуального предпринимателя;

- копия свидетельства о постановке соискателя лицензии на учет в налоговом органе с указанием идентификационного номера налогоплательщика;
- документ, подтверждающий уплату лицензионного сбора за рассмотрение лицензирующим органом заявления о предоставлении лицензии;
- копии документов, подтверждающих соответствующую лицензионным требованиям и условиям профессиональную подготовку индивидуального предпринимателя или работников юридического лица, допущенных к деятельности по обращению с опасными отходами;
- положительное заключение государственной экологической экспертизы материалов обоснования намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами.

Если копии документов не заверены нотариусом, они предъявляются с оригиналом. Требовать от соискателя лицензии документы, не предусмотренные настоящим Положением, не допускается.

Лицензирующий орган принимает решение о предоставлении или об отказе в предоставлении лицензии в течение 60 дней со дня получения заявления со всеми необходимыми документами. Лицензирующий орган имеет право привлекать специализированные органы и организации, а также отдельных специалистов для проведения независимой оценки соответствия соискателя лицензии лицензионным требованиям и условиям.

Срок действия лицензии на осуществление деятельности по обращению с опасными отходами – 5 лет. Указанный промежуток времени может быть продлен по заявлению лицензиата в порядке, предусмотренном для переоформления лицензии.

В случае изменения класса опасности отходов для окружающей среды, свойств и видов отходов, а также места нахождения объектов их размещения лицензиат обязан в 15-дневный срок сообщить об этом в письменной форме в лицензирующий орган.

Лицензирующий орган ведет реестр лицензий, в котором указываются: наименование лицензирующего органа; лицензируемая деятельность, класс опасности отходов для окружающей среды, опасные свойства отходов, виды отходов; сведения о лицензиате с указанием идентификационного номера налогоплательщика: наименование, организационно-правовая форма, номер документа, подтверждающего факт внесения записи о юридическом лице в Единый государственный реестр юридических лиц, место нахождения – для юридического лица (в ред. Постановления Правительства РФ от 03.10.2002 года № 731); фамилия, имя, отчество, место жительства, данные документа, удостоверяющего личность, номер свидетельства о государственной регистрации в качестве индивидуального предпринимателя – для индивидуального предпринимателя; код лицензиата по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций; место нахождения объектов размещения отходов; срок действия лицензии; сведения о регистрации лицензии в реестре лицензий; дата принятия решения о предоставлении лицензии; номер лицензии; основания и дата приостановления и возобновления действия лицензии; сведения о переоформлении лицензии; сведения о продлении срока действия лицензии; основания и дата аннулирования лицензии.

Контроль за соблюдением лицензиатом лицензионных требований и условий осуществляется на основании предписания уполномоченного должностного лица лицензирующего органа, в котором определяются лицензиат, срок проведения проверки и состав комиссии, осуществляющей проверку.

По результатам проверки оформляется акт, который подписывается всеми членами комиссии. Лицензиат (его представитель) должен быть ознакомлен с результатами проверки, в акте делается соответствующая запись о факте ознакомления. При выявлении нарушений лицензионных требований и условий устанавливается срок их устранения.

Если лицензиат не согласен с результатами проверки, он имеет право отразить в акте свое мнение. Если лицензиат отказывается от ознакомления с результатами проверки, члены комиссии фиксируют этот факт в акте и заверяют его своей

подписью. Лицензиат уведомляется о предстоящей проверке не менее чем за 5 дней до начала ее проведения.

Срок проведения проверки устранения лицензиатом нарушений, повлекших за собой приостановление действия лицензии, не должен превышать 15 дней со дня получения от лицензиата уведомления об устранении указанных нарушений. В случае если выявленные нарушения не устранены, лицензирующий орган выносит предупреждение лицензиату. Лицензиат обязан обеспечивать условия для проведения лицензирующим органом проверок, в том числе предоставлять необходимую информацию и документы.

Лицензирующий орган при проведении лицензирования руководствуется Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» и настоящим Положением.

ГЛАВА 5. ПАСПОРТИЗАЦИЯ ОТХОДОВ

5.1. Паспорт отхода

Законы, подзаконные акты, нормативно-техническая документация федеральной и региональной власти должны опираться на унифицированную и всестороннюю информацию по работе с отходами на местах. Такая информация может быть получена только на основе объективных данных паспортизации отходов. Обязательное описание отходов к настоящему моменту принято в большинстве стран мира. Наиболее полное и унифицированное описание отходов в отечественной практике принято называть паспортизацией, хотя в разных странах эта процедура имеет самые различные наименования.

Паспортизация отходов позволяет построить необходимую инфраструктуру по управлению и обращению отходов, которая в том числе включает в себя технологические, экономические, экологические и другие решения, а также сертификацию, каталогизацию, лицензирование, экспертизу и информационное обеспечение.

Паспортизация отходов регламентируется Федеральным законом об отходах производства и потребления.

Система технической паспортизации отходов, включающая открытые классификаторы – кодификаторы свойств отходов, была разработана еще в 1988 году при поддержке бывших ГКНТ СССР и Госснаба СССР. В рамках этой системы разработана единая унифицированная форма паспорта, образец которого приводится ниже.

Государственный комитет Российской Федерации
по охране окружающей среды (Госкомэкологии России)

ПАСПОРТ ОТХОДА

Выдан

(наименование предприятия)

На отход

(наименование по каталогу отходов)

(агрегатное состояние: порошок, твёрдое, паста, шлам, жидкое,
другое)

состоящий из

(химический состав отхода, в процентах)

произведенный

(наименование процесса, в результате которого произведен отход)

зарегистрирован в Федеральном классификационном каталоге
отходов и ему присвоен код _____

(дата присвоения кода)

Руководитель территориального органа

Госкомэкологии России _____

(подпись)

М. П.

Суть паспортизации отходов заключается в том, что на отход при его первоначальном появлении составляется определенный документ – паспорт. В паспорте отхода отражаются все его основные свойства, включая опасные, ресурсные и т. п., информация о которых необходима для выбора эффективных технологий и других решений по обращению отхода. Этот документ сопровождает отход на протяжении его жизненного цикла, вплоть до переработки, обезвреживания, захоронения или уничтожения.

Опасные отходы – отходы, которые включают в себе вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью), или содержащие возбудителей инфекционных болезней, или представляющие непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно либо при вступлении в контакт с другими веществами. Опасные отходы в зависимости от степени их вредного воздействия на окружающую природную среду и здоровье человека подразделяются на классы опасности в соответствии с критериями, установленными специально уполномоченными федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией.

5.2. Определение опасности отходов

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды (далее – Критерии) предназначены для индивидуальных предпринимателей и юридических лиц, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы для окружающей природной среды (далее – отходы) и которые обязаны подтвердить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды (далее – производители отходов).

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на человека и окружающую природную среду (далее – ОПС) при непосредствен-

ном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с Критериями, приведенными в табл. 6.

Таблица 6

**Критерии отнесения опасных отходов
к классу опасности для ОПС**

Степень вредного воздействия опасных отходов на ОПС	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс (чрезвычайно опасные)
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс (высоко опасные)
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III класс (умеренно опасные)
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV класс (мало опасные)
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс (практически неопасные)

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС может осуществляться расчетным или экспериментальным методами.

В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-му классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-му классу опасности⁵⁴.

Расчетный метод применяется, если известен качественный и количественный состав отхода и в литературе имеются необходимые сведения для определения показате-

⁵⁴ Приказ от 15 июня 2001 года № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

лей опасности компонентов отхода. В противном случае определение класса опасности проводится экспериментально.

Если полученный расчетным методом класс опасности отхода не удовлетворяет его производителя (или собственника), то класс опасности определяется экспериментально⁵⁵.

Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности для ОПС осуществляется в специализированных аккредитованных для этих целей лабораториях.

Экспериментальный метод используется в следующих случаях: для подтверждения отнесения отходов к 5-му классу опасности, установленного расчетным методом; при отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав; при уточнении по желанию и за счет заинтересованной стороны класса опасности отходов, полученного в соответствии с расчетным методом⁵⁶.

Экспериментальная оценка опасности отходов является наиболее достоверной из возможных, но она наиболее трудоемкая, дорогостоящая и наиболее продолжительная по времени, в связи с чем еще весьма продолжительное время превалирующим будет являться расчетный способ оценки опасности отходов. Расчетный способ сам по себе заведомо не требует выполнения химического анализа отходов, необходимо лишь знания всех содержащихся в нем опасных компонентов, список которых регламентируется имеющимися нормативами по токсичности химических веществ (ПДК, ОБУВ, LD и т. п.).

Состав отхода определяется производителем (собственником) отхода самостоятельно или с привлечением аккредитованных в установленном порядке организаций. Относительное содержание каждого компонента в общей массе отхода C_i (в %) должно представлять собой верхнюю границу содержания данного компонента в общей массе отхода, то есть соответствовать термину «не более». Сумма величин C_i для всех компонентов, из которых состоит отход, должна быть близка к 100 %, но не

⁵⁵ Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления / СП 2.1.7.1386-03.

⁵⁶ Приказ от 15 июня 2001 года № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

менее 95 %. Ответственным за достоверность сведений о составе отхода является его производитель (собственник) .

Определение класса опасности отхода производится для каждой партии отходов, вывозимых за пределы предприятия, на котором они образовались. При складировании отходов на полигонах (накопителях) предприятия отбор проб для определения класса опасности производится 1 раз в 3 года при условии неизменности технологического процесса и используемого сырья. При переходе на иные сырьевые ресурсы или при изменении технологии образующиеся отходы в обязательном порядке подвергаются определению класса опасности.

Установленный производителем (собственником) класс опасности отхода согласовывается с учреждением, осуществляющим государственный санитарно-эпидемиологический контроль в соответствующей территории⁵⁷.

На опасные отходы должен быть составлен паспорт на основании данных о составе и свойствах опасных отходов, оценки их опасности. Порядок паспортизации определяет Правительство Российской Федерации⁵⁸. Паспорт опасного отхода составляется на основании требования п. 3 ст. 14 Федерального закона «Об отходах производства и потребления» и в соответствии с «Инструкцией по заполнению формы паспорта опасного отхода», утвержденной приказом МПР России от 02.12 2002 года № 785.

Паспорт опасного отхода составляется на отходы, внесенные в федеральный классификационный каталог отходов и обладающие опасными свойствами (токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней), на отходы I–IV класса опасности для окружающей природной среды⁵⁹. Образец паспорта опасного отхода дается ниже.

⁵⁷ Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления / СП 2.1.7.1386-03.

⁵⁸ Федеральный закон РФ «Об отходах производства и потребления» от 24 июня 1998 года.

⁵⁹ Положение о порядке подготовки (разработки), рассмотрения проектов «Нормативов образования отходов и лимитов на их размещение» и выдачи лимитов на размещение отходов (Разрешений) предприятиям и организациям г. Москвы от 15.09 2003 года № 1037-п.

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель организации
(индивидуальный предприниматель)

СОГЛАСОВАНО

Руководитель территориального
органа МПР России

(подпись)

“ ” _____ 20__ г.

М. П.

(подпись)

“ ” _____ 20__ г.

М. П.

ПАСПОРТ ОПАСНОГО ОТХОДА

Составлен на отход _____
(код и наименование по федеральному классификационному каталогу отходов)

(агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель, эмульсия, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

состоящий из _____
(компонентный состав отхода в процентах)

образованный в результате _____
(наименование технологического процесса,

в результате которого образовался отход, или процесса,

в результате которого товар (продукция) утратил свои

потребительские свойства, с указанием наименования исходного товара)

имеющий класс опасности для окружающей природной среды _____

обладающий опасными свойствами _____
(токсичность, пожароопасность, взрывоопасность,

высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней)

Дополнительные сведения _____

Ф. И. О. индивидуального предпринимателя или полное наименование юридического лица _____

Сокращенное наименование юридического лица _____

ИНН _____

ОКАТО _____

ОКПО _____

ОКОНХ _____

ОКВЭД _____

Адрес юридический _____

Адрес почтовый _____

Инструкция по заполнению формы паспорта опасного отхода ⁶⁰:

1. Паспорт опасного отхода составляется и утверждается индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами, в процессе деятельности которых образуются опасные отходы, по согласованию с территориальным органом МПР России по соответствующему субъекту Российской Федерации.
2. Паспорт опасного отхода составляется: на отходы, обладающие опасными свойствами (токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней); на отходы I–IV класса опасности для окружающей природной среды.
3. Форма паспорта опасного отхода заполняется отдельно на каждый вид отходов.
4. Код и наименование отхода указываются по федеральному классификационному каталогу отходов.
5. Компонентный состав отхода указывается на основании протокола результатов анализов, выполненных лабораторией, аккредитованной на проведение количественных химических анализов. Для отходов, представленных товарами (продукцией), утратившими свои потребительские свойства, указываются сведения о компонентном составе исходного товара (продукции) согласно техническим условиям и др.
6. Указывается наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские свойства, с указанием наименования исходного товара (продукции).
7. Свидетельство о классе опасности отхода для ОПС, выдаваемое территориальным органом МПР России собственнику отхода, является источником сведений об опасности отхода для ОПС.

⁶⁰ Приказ Министерства природных ресурсов РФ от 2 декабря 2002 года № 785 «Об утверждении паспорта опасного отхода».

8. Опасные свойства отхода устанавливаются в соответствии с требованиями приложения III к Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, ратифицированной Федеральным законом от 25 ноября 1994 года № 49-ФЗ «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением» (см.: Собрание законодательства Российской Федерации. 1994. № 31. Ст. 3200), и / или требованиями соответствующих ГОСТов.
- 8.1. Токсичность определяется как способность вызвать серьезные, затяжные или хронические заболевания людей, включая раковые заболевания, при попадании внутрь организма через органы дыхания, пищеварения или через кожу.
- 8.2. Пожароопасность определяется по соответствующим ГОСТам, устанавливающим требования по пожарной безопасности и / или наличием хотя бы одного из следующих свойств: способностью жидких отходов выделять огнеопасные пары при температуре не выше 60 °С в закрытом сосуде или не выше 65,5 °С в открытом сосуде; способностью твердых отходов, кроме классифицированных как взрывоопасные, легко загораться либо вызывать или усиливать пожар при трении; способностью отходов самопроизвольно нагреваться при нормальных условиях или нагреваться при соприкосновении с воздухом, а затем самовозгораться; способностью отходов самовозгораться при взаимодействии с водой или выделять легковоспламеняющиеся газы в опасных количествах.
- 8.3. Взрывоопасность определяется как способность твердых или жидких отходов (либо смеси отходов) к химической реакции с выделением газов таких температуры и давления и с такой скоростью, что вызывает повреждение окружающих предметов, либо по соответствующим ГОСТам, устанавливающим требования по взрывоопасности.
- 8.4. Высокая реакционная способность определяется как содержание органических веществ (органических пе-

роксидов), имеющих двухвалентную структуру и могут рассматриваться в качестве производных перекиси водорода, в котором один или оба атома водорода замещены органическими радикалами.

8.5. Содержание возбудителей инфекционных болезней определяется как наличие живых микроорганизмов или их токсинов, способных вызвать заболевания у людей или животных.

9. В позиции «Дополнительные сведения» указываются необходимые меры по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций, связанных с данным опасным отходом.

5.3. Требования к транспортированию опасных отходов

Транспортирование опасных отходов должно осуществляться при следующих условиях:

- наличие паспорта опасных отходов;
- наличие специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств;
- соблюдение требований безопасности к транспортированию опасных отходов на транспортных средствах;
- наличие документации для транспортирования и передачи опасных отходов с указанием количества транспортируемых опасных отходов, цели и места назначения их транспортирования.

Порядок транспортирования опасных отходов на транспортных средствах, требования к погрузочно-разгрузочным работам, упаковке, маркировке опасных отходов и обеспечению экологической и пожарной безопасности определяются государственными стандартами, правилами и нормативами, разработанными и утвержденными специально уполномоченными федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией.

5.4. Сертификация отходов

Определение опасности отхода, а также оценка наличия в нем ценных компонентов полностью выполняются производителем отхода, поэтому встает вопрос о системе контроля полноты и достоверности представляемой производителем информации. Для решения этой задачи предполагается создать систему сертификации отходов. Очевидно, что простейшим решением данной задачи было бы привлечение уже существующей и достаточно успешно функционирующей системы сертификации ГОСТ России в полном объеме. Однако сертификация отходов имеет специфику, в силу которой она не укладывается в жесткую систему действующих нормативных документов, применяемых для сертификации первичной продукции. Данную специфику сертификации отходов и основные принципы функционирования создаваемой системы целесообразно рассмотреть подробнее.

Отходы подвергаются сертификации в случаях необходимости проверки достоверности сведений, указанных в паспорте, а также при изготовлении товаров из отходов. Сертификация товаров из отходов необходима по причине возможности наличия в товарах опасных компонентов. Могут быть и другие причины проведения сертификации отходов. Она организуется в регионе на основании решений законодательной и исполнительной власти на местах. Для организации сертификации и исключения «волонтаризма» территориальные уполномоченные органы совместно с региональными органами Госкомэкологии, Санэпиднадзора, Госстандарта и другими заинтересованными организациями составляют и утверждают в установленном порядке перечни отходов, представляющих наибольшую опасность и/или содержащих особо ценные компоненты.

Центральной задачей сертификации отходов является установление, а точнее, подтверждение заявленного производителем состава данного отхода, что, в частности, подразумевает проверку, в том числе и на наличие иных, помимо заявленных производителем, опасных или высокоценных компонентов в данном отходе. В настоящее время наиболее целесообразной является следующая процедура сертификации:

- во-первых, сертификация проводится на соответствие заявленной опасности партии отходов, которая может быть определена согласно соответствующим нормативным документам, что находит отражение в паспорте, представляемом производителем при сертификации конкретной партии отхода;
- во-вторых, предполагается, что орган по сертификации (далее – Орган) будет проводить исследования по определению наличия в отходе конкретных опасных компонентов, также и на основании возможных заявок или экспертных оценок местных органов Госкомэкологии, Санэпиднадзора, других надзорных организаций. Сертификация может проводиться также с целью подтверждения объемов стратегических ресурсов в отходах региона, что может быть организовано с помощью территориальных органов Госстандарта.

В случае реализации такой схемы автоматически возникает необходимость разрешения следующего вопроса: каким образом избежать возможного своеобразного «произвола» со стороны Органа, присущего любой схеме, в которой фигурирует такой этап, как «экспертная оценка», которая не регламентируется в принципе и может резко повысить стоимость сертификации данной партии отходов?

Единственный способ избежать возможного «произвола» заключается в том, что стоимость этих дополнительных исследований не должна прямым образом оплачиваться предприятием, подающим заявку на сертификацию своих отходов. Для реализации этого положения предлагается схема проведения сертификации, базирующаяся на паспорте отхода. Суть этой схемы заключается в том, что Орган осуществляет лишь выборочный контроль за соответствием заявленных и реальных характеристик сертифицируемых отходов, стараясь на аккредитованные средства обеспечить испытательные организации и в первую очередь работающие в системе сертификации ГОСТ Р (Госстандарта России). В этом случае процедура сертификации отходов экономически не обременительна. Средства для проведения выборочного контроля при сертификации формируются из оплаты производителем отходов услуг Органа по регистра-

ции паспортов и сертификации отходов. Одновременно вводится экономический механизм, который позволяет жестко контролировать предприятия, представляющие ложную информацию об отходах.

5.5. Что даст региону и предприятиям паспортизация (сертификация) отходов?

Паспорта на опасные и/или техногенные отходы дадут в региональном разрезе объективную картину образования и обращения отходов, они могут быть положены в основу совершенствования инфраструктуры и механизма работ с отходами. Работа с отходами на основе введения в практику системы их паспортизации и сертификации даст региону и предприятиям положительный экономический и экологический эффекты (см. рис. 10, 11, 12). В частности, регион сможет:

- получить в бюджет деньги за счет отчислений процентов по лицензионным договорам при проведении регистрации и сертификации отходов на основе их паспортизации, а также за счет налоговых отчислений при работе с отходами, в том числе и за получение лицензий на выполнение названных работ;
- снизить экологическую нагрузку на население и окружающую среду в регионе за счет более эффективного вовлечения отходов в народнохозяйственный оборот и, в частности, проведения обоснованных работ по переработке, хранению и захоронению отходов;
- повысить ресурсный и товарный потенциал предприятий и региона за счет дополнительного вовлечения в оборот техногенных и/или опасных отходов, включая межрегиональный и межгосударственный обмен, и тем самым повысить хозяйственную и экономическую самостоятельность предприятий и регионов за счет снижения их зависимости от внешних поставщиков ресурсов и энергии;
- увеличить занятость населения за счет создания рабочих мест для выполнения работ по обращению с отходами;

- улучшить качество жизни в регионе как интегральный (опосредствованный) результат работы региональной системы управления отходами.

Помимо этого, паспортизация (сертификация) техногенных и/или опасных отходов даст региону более объективную информацию для оценки экологического воздействия отходов на человека и окружающую среду, а также ресурсного потенциала региона.

Возможна разработка более детальной региональной программы по повышению эффективности работ с отходами, ресурсосбережению, устойчивому развитию региона:

- улучшение работы по лицензированию, экспертизе и аудиту различных производственных видов деятельности, а также по проектированию производств, которые неизбежно сопровождаются образованием и накоплением опасных и/или техногенных отходов;
- предоставление необходимой документации (в виде паспортов и сертификатов на отходы) для инспекционного контроля за деятельностью по обращению отходов. Данный контроль возможно осуществить путем сопоставления фактических и сертифицированных данных об отходах;
- объективное решение вопросов платежей за отходы, их хранения, транспорта, вопросов эффективной переработки, захоронения, уничтожения, создания техногенных «месторождений», оценки ресурсного и товарного потенциала отходов;
- проведение координации и маркетинга при обмене техногенными отходами как внутри региона, так и с другими регионами страны и зарубежными странами;
- проведение политики ресурсо- и энергосбережения в направлении обеспечения перехода региона на модель устойчивого развития.

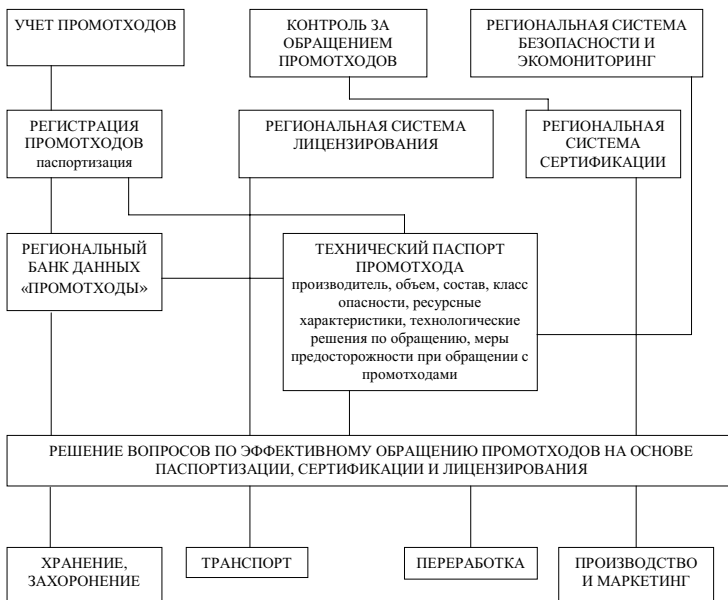


Рис. 10. Схема управления промотходами в регионе на основе их паспортизации и сертификации

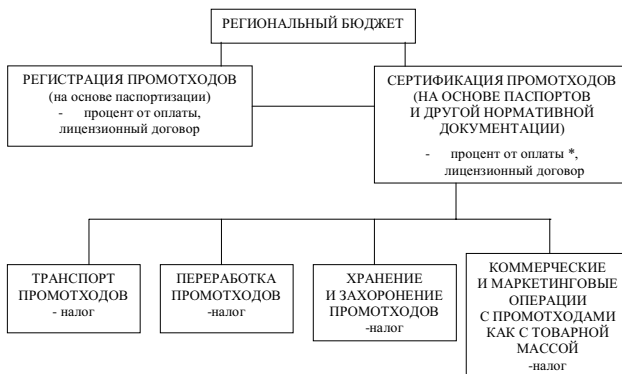


Рис. 11. Доход региона от паспортизации (сертификации) промотходов

* Процент и оплата определяются уровнем доверия к предприятию со стороны региональных органов, отвечающих за экологическое благополучие населения и окружающей среды.

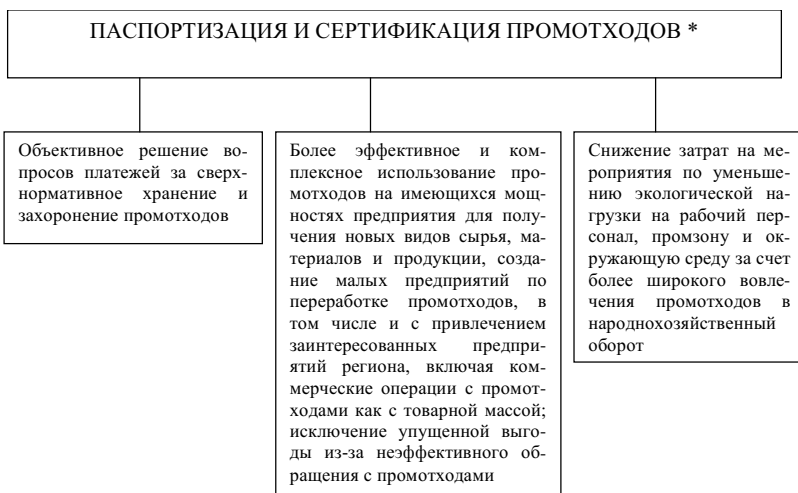


Рис. 12. Выгода для предприятий региона от паспорттизации (сертификации) промотходов

* Повышение уровня доверия к предприятию при объективном представлении данных о промотходах в паспортах и сертификатах: это создает более благоприятные условия хозяйствования (инвестиции, налоги, кредиты и т. д.), а также снижает конфликтность с надзорными органами в области экологии и охраны труда.

5.6. Взаимодействие субъектов системы управления промотходами региона на основе их паспорттизации и сертификации

Администрация региона проводит:

- законодательное оформление и утверждение создаваемой региональной системы по обращению с промотходами;
- организация системы учета и контроля за обращением промотходов на основе их паспорттизации и сертификации;
- развитие системы лицензирования деятельности по обра-

щению с промтоходами на основе их паспортизации и сертификации;

- развитие региональной информационной системы и системы экологического мониторинга на основе регистрации паспортов промтоходов;
- утверждение и контроль за реализацией региональной программы:
 - по учету промтоходов;
 - по безопасному обращению промтоходов и веществ;
 - по переработке промтоходов, ресурсосбережению и устойчивому развитию, региона;
- улучшение экологического положения в регионе;
- ведение внебюджетного фонда «Отходы».

Предприятия-производители, владельцы отходов:

- разрабатывают и предоставляют на регистрацию паспорта на отходы;
- обеспечивают стабильность промтоходов на основе технологических регламентов;
- проводят учет промтоходов;
- проводят профилактические мероприятия по безопасности обращения с промтоходами;
- разрабатывают предложения по вторичному использованию промтоходов;
- проводят сертификацию отходов в соответствии с требованиями региональной системы сертификации.

НИИ, вузы, в том числе региона, осуществляют:

- разработку региональных нормативов безопасности промтоходов и методов измерения и анализ их свойств;
- участие в разработке паспортов промтоходов;
- проведение обучения и подготовки экспертов совместно с ВНИЦСМВ;
- разработку экономического механизма региональной системы управления промтоходами;
- участие в разработке программ:
 - по безопасному обращению промтоходов и веществ;
 - по региональной переработке промтоходов, ресурсосбережению и устойчивому развитию региона.

Госстандарт России – национальный орган по сертификации – утверждает системы стандартов на промтоходы и про-

дукцию с их использованием, системы стандартов на методы испытаний и анализы промотходов и продукции с их использованием.

Территориальные органы Госстандарта России проводят аккредитацию органов по сертификации и испытательных лабораторий, а также инспекционный контроль в рамках региональной системы сертификации промотходов.

ВНИЦСМВ Госстандарта России осуществляет:

- разработку стандартов на промотходы и методы измерений и анализа отходов;
- разработку нормативных документов, стандартов и методических документов на отходы, в том числе по системе паспортизации отходов (совместно с терорганами Госкомэкологии России);
- участие в разработке нормативных документов региональной системы сертификации промотходов (совместно с территориальными органами Госкомэкологии России);
- участие в аккредитации органов по сертификации и испытательных лабораторий;
- проведение обучения и подготовка экспертов; совместно с специалистами НИИ, вузов и других организаций региона;
- участие в разработке программ:
 - по безопасному обращению промотходов и веществ;
 - по региональной переработке промотходов, ресурсосбережению и устойчивому развитию региона;
- проведение анализа и подготовку прогноза по управлению и обращению с промотходами (совместно с НИИ «Природа» Госкомэкологии России и специализированными организациями региона).

В **санкционированных местах для захоронения отходов** устанавливают контроль на наличие паспортов и сертификатов при приемке к захоронению промотходов, а также учет промотходов и на его основе проводят:

- профилактические мероприятия по безопасности обращения с промотходами;
- маркетинг техногенных отходов.

Региональные органы по сертификации промотходов:

- проводят сертификацию промышленных отходов на основе стандартов или паспортов;

- устанавливают инспекционный контроль за сертифицированными промышленными отходами;
- аккредитируют испытательные лаборатории;
- участвуют в разработке стандартов и паспортов промотходов.

В **испытательных лабораториях** проводят сертификационные испытания промотходов.

Госкомэкологии России утверждает:

- основные принципы экологической паспортизации и сертификации отходов (совместно с Госстандартом России);
- документацию на промотходы опасные для окружающей среды;
- экологические нормативы на промотходы, опасные для окружающей среды.

Территориальные органы Госкомэкологии:

- регистрируют промотходы на основе паспортов;
- ведут региональный банк данных по промотходам;
- проводят инспекционный контроль за промотходами;
- учитывают и анализируют данные паспортов и сертификатов на промотходы.

Санэпиднадзор Минздрава России утверждает токсикологические нормативы на промотходы, опасные для человека и животных.

Территориальные органы Санэпиднадзора осуществляют:

- утверждение документации на обращение с промотходами, которые опасны для человека и животных;
- проведение работ по регистрации промотходов, опасных для человека и животных, на основе СанПиН;
- проведение инспекционного контроля за промотходами.

МЧС России:

- разрабатывает программы профилактики безопасного обращения с опасными отходами;
- ведет базу данных по опасным промотходам;
- ликвидирует чрезвычайные ситуации при нарушениях порядка обращения с промотходами.

Таким образом, паспортизация (сертификация) техногенных и/или опасных отходов позволяет предприятиям или организациям любого уровня:

- производственной сфере комплексно и эффективно решать вопросы образования, учета, перемещения, переработки, хранения, захоронения, уничтожения отходов, а также платежей, коммерческие и другие вопросы;
- в экологической сфере оценить влияние отходов на человека и окружающую среду, а также при обращении отходов учитывать и поддерживать в производственных условиях их экобезопасность, включая использование таких методов, как лицензирование, сертификация и другие;
- в социальной и экономической сфере обеспечить реальную возможность загрузить бездействующие мощности фирм, предприятий, институтов и лабораторий различных форм собственности и подчиненности работами по обращению отходов. В частности, появляется возможность вовлечения в производство значительного количества вторичного сырья и материалов, а также специальных возвратных ресурсов, включая восстановленные и модернизированные комплектующие, блоки машин, и тем самым повысить интенсивность развития экономики на предприятиях и в регионах.

Активизация работы с отходами на местах и, прежде всего, введение в практику регионов и предприятий системы паспортизации и сертификации отходов полностью зависит от успешного взаимодействия и поддержки соответствующих государственных органов, главным образом, органов представительной и исполнительной власти субъектов Федерации, включая их научно-технический и производственный потенциал.

ГЛАВА 6.

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ КЛАССИФИКАЦИОННЫЙ КАТАЛОГ ОТХОДОВ

Каталог отходов предназначен для использования в системе государственного управления в области обращения с отходами при учете, контроле и нормировании, лицензировании деятельности, выдаче разрешений на трансграничные перевозки и размещение отходов, при проектировании природоохранных сооружений и проведении средозащитных мероприятий, при оценке материального ущерба или риска возникновения аварии при обращении с отходами⁶¹.

Учет отходов в каталоге отходов вводится с целью:

- организации учета видов отходов;
- формализации видов отходов;
- информационного обеспечения государственных органов исполнительной власти, а также формирующегося рынка отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот в качестве сырья.

Каталог устанавливает порядок классификации отходов и предназначен для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, чья деятельность связана с обращением с отходами, и государственных органов, осуществляющих контроль за обращением с отходами.

⁶¹ Приказ о Федеральном классификационном каталоге отходов № 527 от 27 ноября 1997 года.

Система классификации и кодирования отходов

Каталог отходов – перечень видов отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: по происхождению отхода, агрегатному состоянию, химическому составу, экологической опасности.

Вид отхода – совокупность отходов, которые имеют одинаковые классификационные признаки и по химическому составу соответствуют одному и тому же уровню экологической опасности (относятся к одному и тому же классу опасности), то есть имеют одинаковый шестизначный код.

Каталог отходов имеет пять уровней классификации, расположенных по иерархическому принципу: блоки, группы, подгруппы, позиции, субпозиции. Высшим уровнем классификации являются блоки, сформированные по признаку происхождения отходов:

- отходы органические природного происхождения (животного и растительного);
- отходы минерального происхождения;
- отходы химического происхождения;
- отходы коммунальные (включая бытовые).

Каждый блок отходов того или иного происхождения включает в себе группы, группы делятся на подгруппы, в каждой подгруппе выделяются позиции и соответствующие им субпозиции. В основу выделения групп, подгрупп, позиций и субпозиций положены следующие признаки:

- происхождение исходного сырья;
- принадлежность к определенному производству, технологии;
- химический состав;
- агрегатное состояние и другие свойства.

Иерархически в каждом подразделении эти признаки раскрываются более широко (от общего к частному). Позиция несет в себе наиболее полную характеристику вида отходов в отличие от верхних уровней классификации. Субпозиция включает в себе информацию об экологической опасности конкретного вида отхода. Название виду отхода присваивается с учетом его происхождения и химического состава.

Кодовая система каталога отходов вводится для формализации видов отходов, удобства передачи информации, ее об-

работки, сбора. Кодирование отхода – технический прием, позволяющий представить классифицируемый объект в виде знака или группы знаков по правилам, установленным данной системой классификации. В каталоге отходов принято обозначение кода арабскими цифрами. Коды блоков, групп, подгрупп, позиций и субпозиций взаимосвязаны. Структура кодового обозначения построена по десятичной системе и включает код блока, группы, подгруппы, позиции и субпозиции. Весь массив видов отходов разбит на блоки, обозначенные цифрами 1, 3, 5, 9. Ряд цифр (2, 4, 6, 7, 8) оставлен для обозначения резервных блоков. Резервный блок может включать в себя все необходимые уровни классификации. Он необходим для расширения номенклатуры отходов и для выделения специфических групп отходов. В каждом выделенном блоке заключено девять групп: с 11 по 19 – для первого блока, с 31 по 39 – для третьего блока и т. д. Девятая группа каждого блока включает «другие отходы» (или «прочие отходы») соответствующих блоков. В каждую группу соответствующего блока входит девять подгрупп. Например, 111–119, 311–319 и т. д. Каждая подгруппа может содержать 99 позиций, например, для 311-й подгруппы от 31101 до 31199 и т. д. Блок обозначается цифровым кодом с одной первой значащей цифрой, например, 100000. Группа – цифровой код с двумя первыми значащими цифрами, например, 110000. Подгруппа отмечается цифровым кодом с тремя первыми значащими цифрами, например, 111000. Позиция – цифровой код с пятью первыми значащими цифрами, например, 111110. Субпозиция обозначается шестизначным цифровым кодом, например, 111111. Блок, группа и подгруппа отражают развернутую характеристику происхождения отходов. Позиция и субпозиция показывают состав и свойства отхода. Шестая цифра кода обозначает уровень экологической опасности отхода в соответствии с установленным классом опасности.

Вместо цифры в шестом разряде могут быть представлены буквенные символы для обозначения некоторых специфических видов опасности:

- «л» – легковоспламеняемые жидкие отходы;
- «п» – пожароопасные отходы;
- «в» – взрывоопасные отходы;
- «с» – отходы, способные самовозгораться;

- «и» – отходы, способные вызывать инфекционные заболевания у людей или животных при нарушении правил обращения с ними;
- «к» – коррозионные отходы;
- «т» – отходы, способные выделять токсичные газы при контакте с водой или воздухом.

Для каждого отхода должен быть определен его вид (шестизначный код). При поиске вида отхода в каталоге отходов определяющим является код, а не наименование отхода.

Порядок учета отходов в каталоге отходов

Ведение каталога отходов осуществляется Государственным комитетом Российской Федерации по охране окружающей среды и его территориальными органами. Учету в каталоге отходов подлежат все виды отходов, за исключением радиоактивных и отходов, захороненных на объектах размещения отходов до 31 декабря 1997 года.

Производитель отходов представляет в территориальный орган Госкомэкологии России заявку на учет отходов в каталоге отходов и исходные данные по каждому отходу, которые включают сведения о:

- происхождении отхода;
- агрегатном состоянии отхода;
- химическом составе отхода (процентное содержание компонентов) с указанием методов определения;
- классе опасности отхода, установленном в соответствии с нормативным документом.

Территориальный орган Госкомэкологии России составляет региональный реестр отходов, классифицированных до уровня подгрупп, и направляет его вместе с исходными данными по отходам в Главное управление аналитического контроля при Госкомэкологии России (ГУАК).

После проведения государственной экологической экспертизы представленных материалов ГУАК осуществляет классификацию отходов по видам и представляет региональный реестр отходов с установленными кодами на согласование в Госкомэкологии России. Госкомэкологии России направляет территориальному органу согласованный региональный реестр от-

ходов с установленными кодами. Территориальный орган Госкомэкологии России выдает производителю отхода паспорт отхода. Производители отходов раз в три года подтверждают составы и коды отходов. В случае возникновения сомнений в правильности установления состава отхода территориальный орган Госкомэкологии России может потребовать проведения проверки состава отхода. Все работы, связанные с ведением федеральной классификации каталога отходов, осуществляются уполномоченными на то организациями за счет и в пределах выделяемых им средств федерального и региональных бюджетов.

ГЛАВА 7. ВОПРОСЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОПАСНЫМИ ОТХОДАМИ ЗА РУБЕЖОМ

Статистические данные об опасных отходах анализируются в рамках Комитета по окружающей среде. Начиная с 1980 года, особое внимание стало уделяться анализу перевозок опасных отходов через границы⁶². Но, несмотря на это, данные по обращению, экспорту и импорту отходов до настоящего времени не поддаются корректному сопоставлению. Последние статистические сведения показывают, что в общем объеме возникновения опасных отходов часть импорта и экспорта в сумме находится в пределах 1,0–1,5 %, то есть доминирующая масса опасных отходов остается на национальных территориях. Статистика опасных отходов даже в рамках ОЭСР не унифицирована, вследствие этого нельзя сопоставить общие данные по возникновению токсичных отходов. Несмотря на это, в большинстве случаев существует прямая корреляция между уровнем промышленного развития стран и объемами накопления опасных отходов. Обнаруживаются также группы стран – основных экспортеров (Германия, Бельгия, Нидерланды, Швейцария) и импортеров (Франция, Бельгия, Канада, Испания и др.) отходов.

Мировой опыт поведения с токсичными отходами был обобщен, в частности, на совещании экспертов европейской экономической комиссии и представителей стран СНГ в мае 1993 года в Минске⁶³. При этом основным предметом обсужде-

⁶² Программа ООН по окружающей среде. Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением. 1989.

⁶³ Материалы ЕЭК при ООН. Минск, 1993. Май.

ния была проблема внедрения опыта реализации Базельской конвенции по контролю за трансграничными перевозками опасных отходов и их обезвреживанию.

Обобщение мировой практики окончательного обезвреживания опасных отходов и практики их регенерации (речь идет прежде всего о странах ОЭСР) позволяет отметить следующее.

По абсолютным объемам в структуре операций по конечному обезвреживанию опасных отходов резко преобладают сжигание и разные формы захоронения на земле, под землей или с помощью различных земляных инженерных сооружений: их доля составляет более 75 %. На постоянное захоронение отправляется лишь 2,5 % от общего объема, а физико-химическая обработка применяется только к 1,2 % объема опасных отходов.

Что касается группы наиболее токсичных отходов, объем возникновения которых в странах ОЭСР составляет около 24 млн т/год, то, как видно из данных, приведенных в табл. 7⁶⁴, доминирующая их часть (70–75 %) направляется на свалки и на захоронение и лишь 5–12 % подвергается регенерации.

Таблица 7

Соотношение основных операций поведения с наиболее опасными отходами в странах ОЭСР

Наименование операции	Объем создания, млн т	Часть, %
Производство (за год)	24	100
Регенерация	1,5–3	5–12
Физико-химическая очистка	1	4
Сжигание	1,5	5–8
Сброс в моря и океаны	0,7	2–5
Направление на свалки и на захоронение	14–18	70–75

В практической регенерации опасных отходов наибольшее распространение получили добыча и восстановление металлов из соединений. Это объясняется как массовым созданием подобных отходов (в гальванических и других производствах), так и ценностью конечного продукта. Далее идет группа равновеликих по объемам внедрения (7–10 % каждая) других техно-

⁶⁴ Материалы ЕЭК при ООН. Минск, 1993. Май.

логий регенерации: использование в виде топлива, регенерация растворителей и неорганических материалов. В динамике объем регенерации опасных отходов постоянно растет, но в общем объеме доля их создания занимает пока что незначительное место (около 5 %). В то же время для отдельных видов отходов, в частности гальваники, уровень утилизации достигает 70 % и более.

На основе изучения всей совокупности данных по проблеме и обобщения материалов дискуссии на встрече экспертов в Минске, обращение с отходами в развитых странах характеризуется следующими главными чертами:

1. Фискальный натиск с целью усиления экономических рычагов вытеснения многоотходных технологий, особенно связанных с возникновением ВТО.

2. Совмещение усилий и капиталовложений в операциях по их сжиганию и захоронению, в направлении переработки с целью утилизации и/или снижения опасности.

3. В местах накопления и сбережения токсичных отходов имеет место перевес простых, не кардинальных, но достаточно эффективных, а главное экономически реальных, инженерно-технологических решений по проблеме уменьшения их влияния на окружающую среду:

- применение глинистых матриц, «кровли» и стаканоподобных рвов (до глубины первого водоупорного горизонта), заполненных глиной, которая препятствует или уменьшает фильтрацию атмосферных осадков и проникновение фильтрата в почвы и подземные воды;
- блокирование токсичных химических веществ бурым углем для геохимической очистки (включая абсорбцию токсикантов) и предупреждение их фильтрации;
- уплотнение отходов для минимизации фильтрации осадков и просачивания жидкости, которая вытесняется;
- отвод и пассивная обработка фильтрата дренажа;
- мониторинг подземных (особенно грунтовых) вод вокруг мест накопления токсичных отходов.

4. Жесткая селекция токсичных отходов разного состава и происхождения в местах накопления и сохранения, которая значительно облегчает (сразу или в будущем) их переработку с целью утилизации, кондиционирования и изоляции.

5. В технологическом плане для переработки токсичных отходов используются прежде всего следующие операции:

- сжигание в специально разработанных печах;
- дожигание (с добавкой отходов) органических веществ (использованных масел, растворителей, непригодных пестицидов и т. д.) как компонента топлива, например, в клинкерных установках для производства цемента;
- безопасные по влиянию на окружающую среду захоронения;
- микробиологическая обработка отходов с низкими концентрациями опасных органических веществ.

Анализ мирового опыта свидетельствует также, что при выработке общей стратегии поведения с опасными отходами следует исходить из следующих предпосылок:

- регенерация ценного сырья из отходов является неотъемлемой частью международной экономической системы, а для заготовки и переработки таких отходов давно сложились соответствующие международные рынки;
- во многих отраслях промышленности уже внедряются новые технологии переработки отходов, которые дают экономический и экологический эффект, и эта деятельность требует дальнейшего стимулирования;
- экономически эффективные и экологически безопасные системы удаления опасных отходов могут оправдывать определенные трансграничные и межрегиональные (в пределах страны) перевозки таких отходов с целью использования имеющихся в других странах (регионах) мощностей по переработке при условии создания эффективной системы контроля.

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Безвозвратные отходы (потери) – отходы производства, которые невозможно, нецелесообразно (неэффективно) или недопустимо использовать повторно.

Безопасные отходы – отходы, существование которых и (или) обращение с которыми в определенных условиях и в определенное время признаны безопасными для жизни, здоровья человека и ОПС.

Безотходное производство – форма ресурсосберегающей организации производства продукции, характеризуемая отсутствием отходов в основном производственном цикле или их полной утилизацией в дополнительных технологических процессах, не связанных с получением основной продукции на этом же производстве.

Примечание. Чаще всего производство считают безотходным, когда отходы одного производства становятся сырьем для другого.

Биологические отходы – биологические ткани и органы, образующиеся в результате медицинской и ветеринарной оперативной практики, медико-биологических экспериментов, гибели скота, других животных и птицы, и другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения, а также отходы биотехнологической промышленности.

Бытовые отходы – отходы потребления, образующиеся в бытовых условиях в результате жизнедеятельности населения.

Взрывоопасные отходы – отходы, смеси отходов, содержащие химические вещества, способные к химической реакции с выделением газов таких температуры и давления и с такой скоростью, что это вызывает взрыв.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с их происхождением, свойствами и технологией обращения.

Витаопасные отходы – токсичные, инфекционные, канцерогенные, радиоактивные отходы, опасные для здоровья и жизни людей, живых организмов, в том числе влияющие и на их репродуктивную способность.

Вторичная продукция – вещества, материалы, комплектующие изделия, детали, функциональные узлы, блоки, агрегаты от различных объектов, утратившие свои потребительские свойства и не пригодные для дальнейшей эксплуатации в соответствии с директивными требованиями и/или нормативной документацией, но представляющие собой товарную продукцию.

Вторичное сырье – вторичные материальные ресурсы, для которых имеется реальная возможность и целесообразность использования в народном хозяйстве.

Вторичные материальные ресурсы (ВМР) – отходы производства и потребления, образующиеся в народном хозяйстве, для которых существует возможность повторного использования непосредственно или после дополнительной обработки.

Выбросы – газопылевые вещества, подлежащие выводу (выбросу в атмосферу) за пределы производства, включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке отходящих технологических газов и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов.

Геолого-экологический мониторинг территории при обращении с отходами – система наблюдений, оценки и прогноза состояния и определяющих факторов геологической среды с моделированием и прогнозированием экологических послед-

ствий техногенной деятельности, в том числе обращения с отходами на изучаемой территории.

Примечание. Геолого-экологический мониторинг базируется на функционирующей многие годы системе пунктов режимных наблюдений за подземными водами, экзогенными и техногенными процессами, а также на дистанционных наблюдениях за состоянием геологической среды.

Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы – нормативные правовые акты, устанавливающие санитарно-эпидемиологические требования (в том числе критерии безопасности и (или) безвредности факторов среды обитания для человека, гигиенические и иные нормативы), несоблюдение которых создает угрозу жизни или здоровью человека, а также угрозу возникновения и распространения заболеваний.

Дампинг – захоронение отходов в океанах и морях с учетом экологических требований.

Дезактивация отходов – любой способ удаления радиоактивных веществ и/или радиоактивных составляющих отходов.

Дезинфекция отходов – обезвреживание отходов, заключающееся в уничтожении или ослаблении болезнетворных микроорганизмов, содержащихся в отходах, и осуществляемое соответствующей физической и/или химической обработкой отходов.

Демеркуризация отходов – обезвреживание отходов, заключающееся в извлечении содержащейся в них ртути и/или ее соединений.

Долговечность отходов – свойство отходов сохранять во времени их основные характеристики при нахождении в определенных условиях.

Древесные отходы – отходы, образующиеся при заготовке, обработке и переработке древесины, а также в результате эксплуатации изделий из дерева.

Захоронение отходов – размещение отходов в назначенном месте для хранения в течение неограниченного срока, ис-

ключающее опасное воздействие захороненных отходов на незащищенных людей и окружающую природную среду.

Инертные отходы – отходы, существование которых не оказывает негативного воздействия на людей и окружающую среду.

Использование отходов – деятельность, связанная с утилизацией отходов, в том числе и отходов, появляющихся на последней стадии жизненного цикла любого объекта, направленная на производство вторичной товарной продукции, выполнение работ (услуг) или получение энергии с учетом материало- и энергосбережения, требований экологии и безопасности.

Примечания.

1. Использование отходов охватывает все виды деятельности по вовлечению отходов в хозяйственный оборот путем сбора, сортировки, транспортирования, утилизации (если необходимо, то после соответствующей обработки).

2. Использование отходов включает их применение для производства товаров (вторичной продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии.

Используемые отходы – отходы, которые используют в народном хозяйстве в качестве сырья (полуфабриката) или добавки к ним для выработки вторичной продукции или топлива как на самом предприятии, где образуются используемые отходы, так и за его пределами.

Примечание. В состав используемых входят отходы, которые применяют повторно без дополнительной обработки как сырье при производстве той же продукции. Возвратные отходы не относят к вторичным материальным ресурсам.

Кадастр отходов – систематизированный на федеральном (межгосударственном) уровне свод паспортизованных сведений о происхождении и физико-химических свойствах (с учетом опасности для людей, окружающей среды, ресурсных данных), нормативно-методическом обеспечении и направлениях ликвидации отходов различных видов, составляемый путем непрерывного отслеживания хода работ по паспортизации отходов.

Каталог отходов – информационно-справочный документ, состоящий из набора закодированных описаний совокупности отходов на основе принятой формы каталожного

листа установленного образца, в котором отходы сгруппированы по заданному (заказчиком-потребителем) принципу на основе стандартных технических паспортов и/или паспортов опасности отходов.

Классификатор отходов — информационно-справочный документ прикладного характера, в котором для удобства восприятия и хранения данные распределены и закодированы по определенным признакам в виде таблиц, графиков, описаний в соответствии с результатами классификации отходов.

Примечание. Классификаторы создают (формируют) на основе анализа выделенных групп и подгрупп свойств отходов с установлением совокупности классификационных признаков происхождения, агрегатного состояния, химического состава, экологической и другой опасности, ресурсной ценности отходов и других характеристик, необходимых для решения определенных задач по обращению с отходами.

Кодирование отходов — технический прием, позволяющий наиболее полно, кратко и достоверно представить классифицируемые отходы в виде групп знаков (букв, цифр и т. п.) по правилам, установленным системой классифицирования.

Ликвидация отходов — деятельность, связанная с комплексом документированных организационно-технологических процедур по утилизации обезвреженных отходов и сбросов, для получения вторичного сырья, полезной продукции и/или уничтожения и захоронения неиспользуемых в настоящее время опасных и других отходов.

Лимит на размещение отходов — предельно допустимое количество отходов конкретного вида, которое разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на данной территории.

Лицензирование работ по утилизации отходов — установленный законодательно порядок выдачи органами государственного управления юридическим (предприятиям, объединениям и организациям) и физическим лицам лицензий на проведение под контролем государственных органов работ по комплексной утилизации отходов и отдельных видов деятельности,

требующих специального разрешения в соответствии с действующим законодательством.

Лом и отходы цветных и (или) черных металлов – пришедшие в негодность или утратившие свои потребительские свойства изделия из цветных и (или) черных металлов и их сплавов, отходы, образовавшиеся в процессе производства изделий из цветных и (или) черных металлов и их сплавов, а также неисправимый брак, возникший в процессе производства указанных изделий.

Макулатура – бумажные и картонные отходы, отбракованные и вышедшие из употребления бумага, картон, типографские изделия, деловые бумаги.

Малоотходная технология – процесс производства, при реализации которого для получения единицы продукции образуется меньшее количество отходов по сравнению с существующими способами получения этой же продукции.

Могильник отходов – сооружение для бессрочного захоронения отходов, предусматривающее систему защиты окружающей среды.

Примечание. Как правило, захоронению подлежат опасные отходы.

Неиспользуемые отходы – отходы, которые в настоящее время не могут быть использованы в народном хозяйстве, либо их использование экономически, экологически и социально нецелесообразно.

Нейтрализация отходов – физическая, химическая или биологическая обработка отходов с целью снижения или полного устранения их вредного воздействия на окружающую среду.

Несанкционированные свалки отходов – территории, используемые, но не предназначенные для размещения на них отходов.

Норматив образования отходов – экономический или технический показатель, значение которого ограничивает количество отходов конкретного вида, образующихся в определенном месте при указываемых условиях в течение установленного интервала времени.

Норматив размещения отходов — количественные и качественные ограничения по размещению отходов с учетом их воздействия на окружающую среду.

Нормативы предельно допустимых концентраций химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов — нормативы, которые установлены в соответствии с показателями предельно допустимого содержания химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов в окружающей среде и несоблюдение которых может привести к загрязнению окружающей среды, деградации естественных экологических систем.

Обезвреживание отходов — обработка отходов, в том числе сжигание и обеззараживание отходов на специализированных установках, в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду.

Обогащение отходов — обработка отходов с целью повышения относительного содержания в них необходимых составляющих путем исключения или преобразования тех составляющих, которые в рассматриваемой ситуации относят к ненужным или вредным.

Обращение с отходами — деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов.

Объекты размещения отходов — полигоны, шламохранилища, хвостохранилища и другие сооружения, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с экологическими требованиями, а также специально оборудованные места для хранения отходов на предприятиях в определенных количествах и на установленные сроки.

Опасные отходы — отходы, которые содержат вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или заключающие в себе возбудителей инфекционных болезней, либо которые могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей

природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами.

Отбросы – неиспользуемые промышленные, сельскохозяйственные, бытовые, учрежденческие, торговые, продовольственные и другие остатки, для которых в настоящее время отсутствуют условия утилизации.

Отвал – искусственная насыпь из отвальных грунтов или некондиционных полезных ископаемых, промышленных, бытовых отходов.

Отстойник – бассейн или резервуар, предназначенный для очистки жидкостей при постепенном отделении примесей, выпадающих в осадок.

Отходы – остатки продуктов или дополнительный продукт, образующиеся в процессе или по завершении определенной деятельности и не используемые в непосредственной связи с этой деятельностью.

Примечание. Под определенной деятельностью понимается производственная, исследовательская и другая деятельности, в том числе потребление продукции. Соответственно различают отходы производства и отходы потребления.

Отходы здравоохранения (медицинские отходы) – все виды отходов, образующиеся в: больницах, (областных, клинических, специализированных, ведомственных, в составе научно-исследовательского, учебного институтов), поликлиниках (в том числе взрослых, детских, стоматологических), диспансерах; станциях скорой медицинской помощи; станциях переливания крови, учреждениях длительного ухода за больными; научно-исследовательских институтах и учебных заведениях медицинского профиля; ветеринарных лечебницах; аптеках, фармацевтических производствах, оздоровительных учреждениях (санаториях, профилакториях, домах отдыха, пансионатах); санитарно-профилактических учреждениях, учреждениях судебно-медицинской экспертизы; медицинских лабораториях (в том числе анатомических, патологоанатомических, биохимических, микробиологических, физиологических); частных предприятиях по оказанию медицинской помощи.

Отходы потребления – остатки веществ, материалов, предметов, изделий, товаров (продукции или изделий), частично или полностью утративших свои первоначальные потребительские свойства для использования по прямому или косвенному назначению в результате физического или морального износа в процессах общественного или личного потребления (жизнедеятельности), использования или эксплуатации.

Примечания.

1. К отходам потребления относят полуфабрикаты, изделия (продукцию) или продукты, утратившие свои потребительские свойства, установленные в сопроводительной эксплуатационной документации.

2. К отходам потребления относят в основном твердые, порошкообразные и пастообразные отходы (мусор, стеклобой, лом, макулатуру, пищевые отходы, тряпье и др.), образующиеся в населенных пунктах в результате жизнедеятельности людей.

3. В последние годы к отходам потребления относят не только отходы потребления от домовладений (их иногда называют твердыми бытовыми отходами – ТБО), но и отходы, образующиеся в офисах, торговых предприятиях, мелких промышленных объектах, школах, больницах, других муниципальных учреждениях. Для указанных отходов часто используется термин «муниципальные отходы».

4. Отходы производства и потребления делят на используемые и неиспользуемые.

Отходы производства – остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства

Примечание. К отходам производства относят возникающие в процессе производства попутные вещества, не находящие применения в данном производстве: вскрышные породы, образующиеся при добыче полезных ископаемых, отходы сельского хозяйства, твердые вещества, улавливаемые при очистке отработанных технологических газов и сточных вод, и т. п.

Паспорт опасности отходов – информационно-нормативный машинно-ориентированный документ, содержащий сведения о составе отходов, виде или видах (в том числе классе) их опасности, возможные технологии безопасного и ресурсосберегающего обращения с отходами.

Паспортизация отхода – последовательность действий по идентификации, в том числе физико-химическому и техноло-

гическому описанию свойств отхода на этапах технологического цикла его обращения, проводимая на основе паспорта отходов с целью ресурсосберегающего и безопасного регулирования работ в этой сфере.

Переработка отходов – деятельность, связанная с выполнением технологических процессов по обращению с отходами для обеспечения повторного использования в народном хозяйстве полученных сырья, энергии, изделий и материалов.

Примечание. Цель реализации технологических операций с отходами – превращение их во вторичное сырье, энергию, продукцию с потребительскими свойствами.

Пищевые отходы – продукты питания, утратившие полностью или частично свои первоначальные потребительские свойства в процессах их производства, переработки, употребления или хранения.

Полигон захоронения отходов – ограниченная территория, предназначенная и при необходимости специально оборудованная для захоронения отходов, исключения воздействия захороненных отходов на незащищенных людей и окружающую природную среду.

Потенциальная опасность отходов – установленная инструментально или гипотетически опасность, создаваемая некоторыми видами отходов, и в том числе количественно неизмеренная в данный момент времени и не зафиксированная документально, но качественно определяемая, например с помощью природных биоиндикаторов (растений, животных и др.).

Регенерация отходов – действие, приводящее к восстановлению отходов до уровня вторичного сырья или материала для вторичного использования по прямому или иному назначению, в соответствии с действующей документацией и существующими потребностями.

Регистрация отходов – проведение уполномоченными органами экспертизы нормативно-методических документов с утверждением кода отходов по принятой системе классификации и кодирования.

Реестр отходов – систематизированный на федеральном, региональном и/или местном уровнях (например в виде автоматизированной базы данных) перечень номеров паспортов отходов с их наименованиями и другими необходимыми данными по централизованной регистрации с целью дальнейшего использования на этапах их ликвидации.

Рекуперация отходов – деятельность по технологической обработке отходов, включающая извлечение и восстановление ценных компонентов отходов, с возвращением их для повторного использования.

Рециклинг – процесс возвращения отходов, сбросов и выбросов в процессы техногенеза.

Примечания.

1. Возможны два варианта рециклинга (рециклизации) отходов:

- повторное использование отходов по тому же назначению, например стеклянных бутылок после их соответствующей безопасной обработки и маркировки (этикетирования);
- возврат отходов после соответствующей обработки в производственный цикл, например жестяных банок – в производство стали, макулатуры – в производство бумаги и картона.

2. Для совокупности отходов и сбросов операцию рециклинга называют рекуперацией, для сбросов и порошкообразных, пастообразных отходов – регенерацией, для сбросов и выбросов – рециркуляцией.

Сбор отходов – деятельность, связанная с изъятием отходов в течение определенного времени из мест их образования, для обеспечения последующих работ по обращению с отходами.

Сбросы – жидкие вещества, подлежащие выводу (сбросу в почву или водоем) за пределы производства, включая входящие в них опасные и/или ценные компоненты, которые улавливают при очистке этих жидких веществ и ликвидируют в соответствии с требованиями национального законодательства и/или нормативных документов.

Свалка – местонахождение отходов, использование которых в течение обозримого срока не предполагается.

Сепарация отходов – механизированная обработка неоднородных отходов, имеющая целью их разделение на однородные составляющие.

Сертификат отходов – официальный документ, удостоверяющий соответствие количественных и качественных характеристик отходов установленным нормативным требованиям и положениям.

Сжигание отходов – термический процесс окисления с целью уменьшения объема отходов, извлечения из них ценных материалов, золы или получения энергии.

Складирование отходов – деятельность, связанная с упорядоченным размещением отходов в помещениях, сооружениях на отведенных для этого участках территории в целях контролируемого хранения в течение определенного интервала времени.

Сточные воды – жидкие сбросы населенных пунктов с примесью атмосферных и производственных вод.

Технический паспорт отходов – информационно-нормативный машинно-ориентированный документ, в котором представлены основные характеристики конкретных отходов, определяющие современную инфраструктуру работ, безопасность и ресурсосбережение при обращении с ним.

Примечание. Технический паспорт отходов содержит следующие сведения:

- происхождение и агрегатное состояние отходов;
- физико-химические, в том числе опасные свойства отходов для здоровья людей и окружающей среды, улучшение показателей ресурсосбережения при утилизации отхода как товарного продукта, другие аналитические данные, полученные из справочных, экспериментальных и других источников;
- нормативно-методическое обеспечение обращения с отходами;
- направления ликвидации отходов с учетом опасной и ресурсной составляющих.

Токсичные отходы – отходы, содержащие вещества, которые в случае попадания в окружающую среду представляют или могут представить угрозу для человека в результате биоак-

кумуляции и (или) токсичного воздействия на биотические системы.

Утилизация отходов — деятельность, связанная с использованием отходов на этапах их технологического цикла, и/или обеспечение повторного (вторичного) использования или переработки списанных изделий.

Примечание. В процессах утилизации перерабатывают отслужившие установленный срок и/или отбракованные изделия, материалы, упаковку, другие твердые отходы, а также жидкие сбросы и газообразные выбросы.

Хранение (складирование) отходов — изоляция с учетом временной нейтрализации отходов, направленная на снижение опасности для окружающей среды. Для хранения устанавливается срок его нахождения в местах складирования.

Цветные списки отходов — установленное в резолюции ОЭСР деление всех отходов, подлежащих трансграничной перевозке, на три категории:

- «красный» список — отходы, ввоз которых на территорию страны запрещен, а также запрещен их транзит через территорию страны;
- «янтарный» или «желтый» список — отходы, которые подпадают под регулирование в соответствии с принятым законодательством;
- «зеленый» список — отходы, трансграничные перевозки которых регулируются существующими мерами контроля, обычно применяемыми в торговых сделках.

Шлак — отходы, получаемые в жидком (расплавленном) и твердом состоянии, например при плавке металлов, при переделе чугуна в железо или сталь, представляющие собой при остывании каменистую или стекловидную массу.

Шлам — мелкие отходы дробления при рудном или угольном обогащении размером зерна не менее 0,25 мм.

Экологическая безопасность отхода — отсутствие недопустимого риска для окружающей среды со стороны отхода на этапах его утилизации, захоронения и/или уничтожения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Глава 1. Классификация отходов	6
1.1. Сточные воды	8
1.2. Осадки сточных, природных вод. Донные илы ..	10
1.3. Загрязненная почва, грунт	13
1.4. Твердые и опасные отходы	14
Глава 2. Хранение (складирование, размещение) отходов ..	21
2.1. Хранение отходов	21
2.2. Гигиенические требования к размещению полигонов твердых бытовых отходов	27
2.3. Методы складирования ТБО на полигонах-свалках	29
Глава 3. Утилизация и переработка отходов	30
3.1. Очистка сточных вод	30
3.2. Очистка осадков сточных, природных вод, донных илов	36
3.3. Очистка загрязненных почв и грунтов	40
3.4. Утилизация и переработка твердых и опасных отходов	49
3.5. Технологии, методы и способы переработки твердых и опасных отходов	55
3.6. Переработка органических отходов	75
3.7. Переработка промышленных отходов	76
3.8. Переработка древесины	77
3.9. Авторециклинг	78

3.10. Переработка резиновых отходов	80
3.11. Переработка ртутьсодержащих отходов	86
3.12. Утилизация отходов горнодобывающих производств	88
3.13. Утилизация отходов пластмасс	92
3.14. Твердые бытовые отходы – ценное сырье ..	115
Глава 4. Лицензирование деятельности в области обращения с отходами	127
Глава 5. Паспортизация отходов	132
5.1. Паспорт отхода	132
5.2. Определение опасности отходов	134
5.3. Требования к транспортированию опасных отходов	141
5.4. Сертификация отходов	142
5.5. Что даст региону и предприятиям паспортизация (сертификация) отходов?	144
5.6. Взаимодействие субъектов системы управления промотходами региона на основе их паспортизации и сертификации	147
Глава 6. Федеральный классификационный каталог отходов	152
Глава 7. Вопросы обращения с опасными отходами за рубежом	157
Термины и определения	161

Учебное издание

Лобачева Г.К., Желтобрюхов В.Ф.,
Прокопов И.И., Фоменко А.П.

**Состояние вопроса об отходах
и современных способах
их переработки**

Учебное пособие

Главный редактор *А.В. Шестакова*
Редактор *Л.С. Сморгалова*
Технический редактор *Е.М. Надёжкина*
Художник *Н.Н. Захарова*

Подписано в печать 29.11 2004 г. Формат 60S84/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 10,23.
Уч.-изд. л. 11,00. Тираж 121 экз. Заказ . «С» 8.

Издательство Волгоградского государственного университета.
400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100.