

МОДЕЛЬ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ, РЕАЛИЗУЕМАЯ ЛОГИСТИЧЕСКИМ ИНСТРУМЕНТАРИЕМ



**ВЛАДИМИР
СТЕПАНОВ**

РЭА
им. Г.В. Плеханова,
профессор,
д.э.н.



**НАТАЛЬЯ
МЕЗИНА**

кафедра
производственного
менеджмента
и маркетинга,
старший
преподаватель

Процесс утилизации производственных и бытовых отходов состоит из нескольких самостоятельных и одновременно связанных между собой направлений: сбор отходов в местах их образования; сортировка отходов в пунктах сбора отправки; транспортирование отходов на склады с использованием различных транспортных средств; складирование отходов на отраслевых и региональных накопительных складах; переработка отходов на соответствующих заводах. В этот процесс вовлечены многочисленные участники и широкий спектр вторичных материальных ресурсов.

Сама процедура переработки отходов предусматривает использование различных вариантов утилизации, отличающихся друг от друга техническими решениями, техническими средствами и технологическими процессами. При этом участники процесса утилизации, поставщики отходов, складское и транспортное хозяйство тесно взаимодействуют в управляемых микрологистических цепях и общих цепях поставок. Направления процесса утилизации и взаимодействие субъектов этого процесса следует представить в виде модели утилизации отходов, структура которой представлена на рис. 1

Рассмотрим каждую из составляющих структуры общей модели утилизации отходов. В качестве участников процесса утилизации отходов выступают: сфера материального производства, представленная промышленными предприятиями; сельскохозяйственное производство, состоящее из предприятий по переработке продукции, произведенной агропромышленным комплексом; лесное хозяйство — предприятия по заготовке древесины, деревообрабатывающие предприятия; строительство — строительные организации; сфера торговли — торгово-посреднические организации, оптовая и розничная торговля, торговые центры; предприятия социально-бытовой инфраструктуры, включая ремонтные предприятия, организации связи общего пользования, объекты здравоохранения, организации сферы услуг, предприятия пассажирского транспорта общего пользования; транспортные компании, осуществля-



ющие транспортирование отходов, отраслевые и региональные накопительные склады; пункты сбора и отправки отходов; предприятия по переработке отходов — мусоросжигательные, мусороперерабатывающие и пиролизные заводы, утилизационные и реутилизационные заводы.

Значительная часть участников процесса утилизации отходов одновременно является и поставщиками этих отходов. Так, промышленные предприятия среды материального производства, выступающие поставщиками производственных отходов, являются представителями различных отраслей и подотраслей промышленности, которые условно можно подразделить на четыре группы:

- Электроэнергетика — атомные и тепловые электростанции; топливная промышленность — добыча нефти, газа, угля (бурого, каменного), сланцев, торфа; металлургический комплекс — черная и цветная металлургия; горнодобывающая промышленность — рудодобывающая (руда, марганец, цветные, благородные и редкие металлы); добыча неметаллических ископаемых (мрамор, гранит, асбест, мел, доломит, кварцит, глина, гип, известняк); горнохимическая промышленность — добыча апатитов, калийной соли, нефелина, селитры, фосфатного сырья;
- Машиностроительный комплекс — машиностроение (энергетическое, металлургическое, подъемно-транспортное,

АННОТАЦИЯ:

В статье рассмотрена модель утилизации отходов и способы ее реализации с помощью логистического инструментария.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

Экологические проекты, логистическое обеспечение, производственные и бытовые отходы, утилизация и переработка отходов, вторичное сырье.

ANNOTATION:

This article considers a model of waste management and its achievement with the help of logistic equipment.

KEYWORDS:

Ecological projects, logistics guarantying, industrial and domestic refuse waste, waste recycling and treatment, secondary raw materials.

Классификация отходов материалов

№ п/п	Группы материалов	Виды материалов и направление их использования
1	Черные металлы	Машиностроительная промышленность (конструкционный прокат), капитальное строительство (швеллеры, кровельное железо), железнодорожный транспорт (рельсы), металлургическая промышленность (заготовки)
2	Метизы	Машиностроительная промышленность (крепежные детали), строительство (проволока, сетка, гвозди), лесная промышленность, лесозаготовки и лесосплав (тросы, канаты)
3	Трубы	Нефтегазовая промышленность — строительство трубопроводов, химическая промышленность, машиностроение, сельское хозяйство, коммунальное хозяйство — тонкостенные и толстостенные трубы различных диаметров
4	Цветные металлы	Цветная металлургия, электропромышленность, аккумуляторная и кабельная промышленность, приборостроение, авиастроение, судостроение, промышленность средств связи, химическое машиностроение — прокат цветных металлов,ковки
5	Нефтепродукты	Транспорт — авиационный (керосин), автомобильный и водный (бензин, дизельное топливо, масло), нефтеперерабатывающая промышленность (сырая нефть), промышленность — котельные, термические печи (мазут)
6	Лесные материалы	Целлюлозно-бумажная, тарная, мебельная и спичечная промышленность, вагоностроение, автомобилестроение, горная промышленность, капитальное строительство, деловая древесина — доски, брус, рейки, фанера, столлярные плиты
7	Строительные материалы	Строительство административных и жилых зданий, строительство спортивных и зрелищных сооружений, строительство мостов, дорог и других сооружений — цемент, шифер, рубероид, оконное стекло

железнодорожное, сельскохозяйственное); производство различного рода оборудования; промышленность — электротехническая, станкоинструментальная и инструментальная, автомобильная, металлических конструкций и изделий; приборостроение, в том числе промышленность средств вычислительной техники;

- Химический и нефтехимический комплекс — промышленность (горно-химическая, химических волокон и нитей, синтетических смол и пластических масс, лакокрасочная, шинная); производство основной химии и минеральных удобрений; лесная и деревообрабатывающая промышленность — заготовка древесины, в том числе деловой; производство пиломатериалов, фанеры, древесностружечных и древесноволокнистых плит, целлюлозно-бумажная промышленность — производство бумаги и картона; промышленность строительных материалов — производство цемента, оконного стекла, керамических изделий;
- Легкая промышленность — текстильная (хлопчатобумажная, льняная, шерстяная, шелковая), швейная, кожаная (производство кож), меховая и обувная промышленность; пищевая промышленность — производство сахара, мяса и мясных продуктов, морепродуктов, молока и молочных продуктов, овощей, кондитерских изделий и других продуктов; перерабатывающие отрасли агропромышленного комплекса — зерноперерабатывающая, картофелеперерабатывающая, свеклосахарная, виноградно-винодельческая, мясная, молочная, масложировая.

Поставщиками производственных отходов являются также сфера торговли, упаковочная и строительная индустрия, социально-бытовая сфера. Кроме этого, материально-техническая база в виде станочного парка, транспортных средств, складского и подъемно-транспортного оборудования, торгового оборудования, представляющих сферы материального производства и услуг, являются реальными и потенциальными поставщиками вторичных материальных ресурсов — физически и морально устаревших технических средств и устройств различного назначения. (Фото 1).

Общую категорию поставщиков отходов составляют индивидуальные потребители, поставляющие бытовые отходы, подлежащие обязательному сортированию. На сегодняшний день бытовые отходы имеют два канала сбора. Первый канал — обмен индивидуальными потребителями вышедшей из употребления и не подлежащей дальнейшей эксплуатации бытовой техникой в специальных приемных пунктах на новую продукцию с соответствующей скидкой. Второй канал — мусорные контейнеры и мусоросборники, в которые собираются бытовые отходы, представляющие собой разнообразные предметы утилизации — металлы, неметаллическая продукция, изделия из дерева, картон, бумага, потребленная упаковка и упаковочные материалы, пищевые отходы.

К предметам утилизации относятся, прежде всего, отходы материалов, которые классифицируются по следующим основным группам, представленным в таблице 1.

Из приведенных выше классификационных групп материалов следует выделить особую группу — цветных металлов, которые подразделяются на цветные металлы в чистом виде, сплавы цветных металлов (латунь, бронза, проволока, лента, фольга, профилированный прокат). Цветные металлы классифицируются по ряду групп, имеющих соответствующие свойства и химический состав (таблица 2).

Под спецификой отходов понимаются специфические физические свойства и химический состав, а так же агрегатное состояние отходов, которые в части производственных отходов зависят от отраслевой принадлежности промышленных предприятий.

Примерами являются такие виды промышленности, как: машиностроительная, резинотехническая, химическая, кабельная, текстильная, целлюлозно-бумажная, лесная и деревообрабатывающая, пищевая, промышленность строительных материалов, перерабатывающие отрасли промышленности, агропромышленный комплекс.

В отношении микрологистических цепей, действующих на промышленных предприятиях и в организациях, а также общей цепи поставок, отмечается следующее. Прямые микрологистические цепи представляют собой процесс товародвижения первичных и производственных материальных ресурсов в промышленном производстве и сфере услуг. При этом в определенных технологических процессах образуются отходы, для которых по разработанным схемам формируются обратные микрологистические цепи.

В материальном производстве обратные микрологистические цепи (движения отходов) подразделяем на два класса — простые (однозвенные, двухзвенные) и сложные (многозвенные). Многозвенные обратные микрологистические цепи формируются на крупных промышленных предприятиях, выпускающих сложную продукцию и использующих в производстве значительную номенклатуру материально-технических ресурсов.

Что касается движения вторичных материальных ресурсов в общей обратной цепи поставок отходов, то оно осуществляется как в отраслевом, так и в межотраслевом масштабах.

Таблица 2

Классификационные группы цветных металлов

№ п/п	Группы металлов	Виды и свойства цветных металлов
1	Легкие металлы	Металлы, обладающие малой плотностью (алюминий, магний, бериллий, литий, натрий, кальций, рубидий, стронций, цезий, барий), легкие сплавы (алюминиевые, магниевые, титановые, бериллиевые)
2	Тяжелые металлы	Медь, никель, свинец — паро— и гидрометаллургические способы производства; тяжелые сплавы на основе вольфрама, никеля, хрома, молибдена, кобальта
3	Тугоплавные металлы	Титан, ванадий, цирконий — имеют значительную прочность, высокую температуру плавления, значительную твердость и электросопротивляемость
4	Благородные металлы	Золото, серебро, платина и металлы платиновой группы (иридий, осмий, палладий, родий, рутений) — имеют высокую химическую стойкость
5	Рассеянные металлы	Галлий, индий, таллий — группа химических элементов, встречающихся в природе в виде примесей в различных минералах
6	Редкоземные металлы	Скандий, иттрий, лантан — образуют тугоплавкие, практически нерастворимые в воде окислы
7	Радиоактивные металлы	Уран, плутоний, радий — используются в качестве делящихся материалов в ядерных реакторах

Наибольшую сложность представляет построение цепи поставок, функционирующей одновременно в различных отраслях производства — межотраслевой цепи поставок. В укрупненном виде схема такой цепи показана на рис. 2.

Результатом утилизации производственных и бытовых отходов является, как правило, получение вторичного сырья. Часть отходов используется в качестве тепловой энергии, производимой при их сжигании и предназначенной для отопления помещений или, например, для принудительного просушивания деловой древесины.

Потребителями вторичного сырья являются некоторые отрасли материального производства — металлургическая, целлюлозно-бумажная, химическая, резинотехническая промышленность, промышленность строительных материалов. Таким образом, рассмотрены и проиллюстрированы составляющие структуры общей модели утилизации производственных и бытовых отходов.

Наиболее сложным в организационном, техническом и технологическом плане является процесс переработки произ-



Рис. 2 Укрупненная схема оборотной цепи поставок в межотраслевом масштабе

водственных отходов. Этот процесс следует представить в виде модели утилизации отходов на промышленном предприятии с полным производственным циклом (микрологистическая цепь) и движения вторичных материальных ресурсов в макрологистической цепи — цепи поставок (рис. 3).

При этом полный производственный цикл характеризуется наличием на промышленном предприятии следующих подразделений и цехов: заготовительный, раскройно-заготовительный, литейный, кузнечный, штамповочный, механический, механосборочный, термический, ремонтно-механический, инструментальный, электроремонтный, энергетический (компрессорная, котельная, паросиловая, электроподстанция), цехи защитных покрытий (гальванический, лакокрасочный), цех по изготовлению крепежных деталей, цехи предварительной и окончательной обработки, подразделения транспортного и складского хозяйства.

Движение отходов с заводских складов отходов имеет несколько вариантов: первый вариант — часть отходов поступает на накопительные склады (отраслевые и региональные); второй вариант — часть отходов поступает непосредственно на перерабатывающие предприятия, минуя накопительные склады; третий вариант — часть отходов без предварительной обработки и переработки поступает на промышленные предприятия, где используется в качестве вторичного сырья.

Модель утилизации отходов на промышленных предприятиях с полным производственным циклом и дальнейшего движения вторичных материальных ресурсов в цепи поставок предусматривает решение целого ряда оптимизационных задач, из которых в качестве приоритетных выделим следующие: оптимизация процесса сбора производствен-

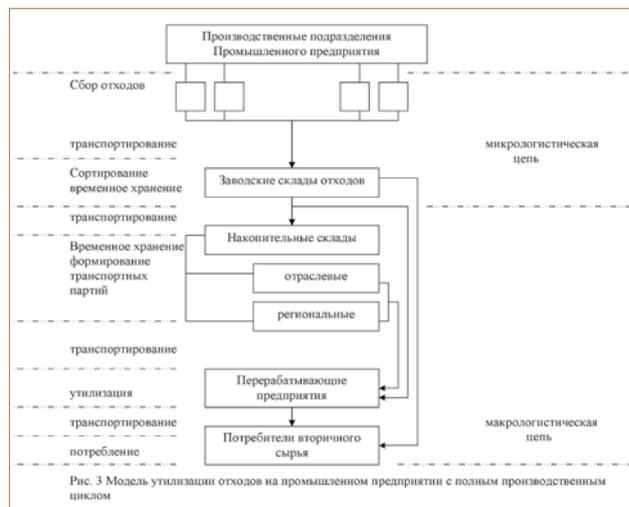


Рис. 3 Модель утилизации отходов на промышленном предприятии с полным производственным циклом

ных отходов на промышленных предприятиях; оптимизация процесса транспортировки отходов в звеньях микрологистической и макрологистической цепей; оптимизационные решения в управлении запасами отходов на заводских складах отходов и накопительных (отраслевых и региональных) складах.

Решение оптимизационных задач, связанных со сбором отходов на промышленных предприятиях, заключается в выборе способа сбора отходов на рабочих местах производственных подразделений предприятия — ручного, механизированного, автоматизированного. Так, в единичном типе производства, выпускающем неповторяющуюся продукцию по заказам (в ограниченном количестве), естественно, организуется ручной способ сбора отходов.

В мелкосерийном и серийном типах производства целесообразно использовать механизированный способ сбора

отходов, так как конечная готовая продукция создается в достаточно значительных количествах. Для крупносерийного и массового (как правило, поточного) типов производства со значительным количеством обрабатываемых деталей и объемом производства необходима организация (по возможности) автоматизированного способа сбора отходов.

Решение оптимизационных задач по транспортированию отходов в микрологистической цепи и в цепи поставок включает два направления. Первое направление — транспортирование отходов в микрологистической цепи субъектов хозяйствования (на промышленных предприятиях и в организациях).

Основными определяющими позициями здесь являются: расчет количества транспортных средств, необходимых для перевозки отходов; расчет коэффициента использования пробега транспортных средств в зависимости от их грузоподъемности за один рейс.

При этом возможны два варианта организации транспортирования отходов — по маятниковым или кольцевым маршрутам.

Для определения рациональных маршрутов и, соответственно, их структуры (удельного веса маятниковых и кольцевых маршрутов) должны быть использованы следующие исходные данные: расстояние между заводским складом отходов и производственными подразделениями; расстояния между производственными подразделениями — поставщиками отходов; скорость движения транспортных средств; грузоподъемность транспортных средств; время проведения погрузочно-разгрузочных работ; количество (вес) отходов по каждому производственному подразделению за определенный плановый период; количество рейсов, осуществляемых транспортными средствами в рабочее время.

При транспортировании отходов в макрологистических цепях (заводские склады отходов — накопительные склады; накопительные склады — перерабатывающие предприятия; перерабатывающие предприятия — потребители вторичного сырья; заводские склады отходов — перерабатывающие предприятия; заводские склады отходов — потребители вторичного сырья) необходим рациональный выбор: способа транспортирования, вида транспортных средств (по грузоподъемности), маршрутов движения транспортных средств. Естественно, что рациональный выбор указанных позиций зависит от местонахождения субъектов хозяйствования — участников цепи поставок, вида и объема вторичных материальных ресурсов, величины компенсируемых транспортных партий отходов.

Решение оптимизационных задач по управлению запасами отходов в микрологистической цепи (на промышленных предприятиях) и в макрологистических цепях (на отраслевых и региональных накопительных складах) сводится к следующему. Первое — расчет объема бытовых запасов отходов по каждому виду вторичных материальных ресурсов, хранимых на заводском складе отходов, рассчитывается по формуле:

$$Z_{cb} = \sum_{i=1}^m P_i \times N_i,$$

Где Z_{cb} — объем бытового запаса всех видов вторичных материальных ресурсов, P_i — среднесуточное поступление i -го вида отхода на заводской склад отходов (в натуральном выражении); N_i — норма бытового запаса i -го вида отхода в днях; m — количество видов отходов.

В свою очередь, по каждому виду отходов норма бытового запаса в днях определяется:

$$N_i = V_p + V_c + V_k + V_n + V_t,$$

где V_p — время необходимое для разгрузки отходов из транспортного средства (час); V_c — время, необходимое для приемки отходов и их складирования (час); V_k — время, необ-

ходимое для комплектования транспортных партий (час); V_n — время, необходимое для погрузки отходов в транспортные средства (час); V_t — время, необходимое для транспортирования отходов до места назначения — накопительные склады, перерабатывающие предприятия, предприятия — потребители вторичного сырья (час).

Второе — расчет объемов текущих (производственных) и страховых (гарантийных) запасов отходов на отраслевых и региональных накопительных складах предлагается производить следующим образом:

$$Z_{ti} = \sum_{i=1}^c P_i (t_{ij} + V_y),$$

где Z_{ti} — объем текущего (производственного) запаса i -го вида отхода (в натуральном выражении); P_i — среднесуточный отпуск i -го вида отхода на перерабатывающее предприятие (в натуральном выражении); t_{ij} — интервал поставки i -го вида отхода с j -го промышленного предприятия — поставщика отхода (час); V_y — время необходимое для транспортирования i -го вида отхода на перерабатывающее предприятие для дальнейшей его утилизации (час); c — количество промышленных предприятий — поставщиков i -го вида отхода.

$$\sum_{i=1}^n (t_{\phi} - t_{cp}) V_i$$

$$Z_{ci} = P_{j c} \cdot$$

$$\sum_{i=1} V_i$$

где Z_{ci} — объем страхового (гарантийного) запаса i -го вида отхода (в натуральном выражении); t_{ϕ} — фактический интервал поставок, превышающий средний интервал (час); t_{cp} — средний интервал поставок (час); V_i — величина поступающей партии i -го вида отхода, соответствующей фактическому интервалу поставок (в натуральном выражении); n — количество поставок с интервалом, превышающим средний интервал.

Модель утилизации отходов, разработанная для промышленного предприятия с полным производственным циклом, предусматривает сбор и переработку нескольких видов отходов и наличие заводского склада отходов. Однако часть предприятий материального производства имеет ограниченную номенклатуру отходов и, соответственно, более простую организацию микрологистической цепи. К ним относятся, например, предприятия металлургической и целлюлозно-бумажной промышленности, упаковочной индустрии, деревообрабатывающей промышленности.

На этих предприятиях возможен вариант построения менее протяженной микрологистической цепи, в которой не предусматривается склад накопления отходов, а последние транспортируются из производственных подразделений напрямую на накопительные склады (отраслевые, региональные), на перерабатывающие предприятия или на промышленные предприятия — потребители вторичного сырья. Возможен также комбинированный вариант транспортирования вторичных материальных ресурсов. Что касается макрологистической цепи — цепи поставок между субъектами хозяйствования — то ее построение и организация движения отходов идентичны для всех отраслей материального производства.

Библиографический список

1. Буторина М.В. и др. *Инженерная экология и экологический менеджмент* / под редакцией Н.И. Иванова, И.М. Фазина. — М.: Логос, 2003.
2. Константинов В.М. и др. *Рациональное использование природных ресурсов и охрана природы*. — М.-ИНФРА-М, 2007.
3. Перedelский М.В. и др. *Экология. Учебник*. — М. Проспект, 2009.
4. Степанов В.И. *Логистика. Учебник*. — М.: Проспект 2010.