

Направление подготовки 08.03.01 «Строительство»
Профиль «Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»
Методическое обеспечение РПД ФТД.В.01 «Переработка и утилизация
строительных отходов»



**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»
в г. Смоленске**

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Направление подготовки (специальность): **08.03.01 «Строительство»**

Профиль: **«Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»**

Уровень высшего образования: **бакалавриат**

Нормативный срок обучения: **4 года**

Форма обучения: **очная**

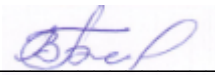
Год набора: **2021**

Смоленск

Направление подготовки 08.03.01 «Строительство»
Профиль «Промышленное, гражданское и энергетическое строительство»
Методическое обеспечение РПД ФТД.В.01 «Переработка и утилизация
строительных отходов»



Методические материалы составил:


_____ к.т.н., доцент _____ В.Р. Белалов
подпись _____ ФИО

« 25 » _____ июня _____ 2021 г.

Заведующий кафедрой «Физики»:


_____ А.А. Быков
подпись _____ ФИО

« 02 » _____ июля _____ 2021 г.

Методическое обеспечение лекций по дисциплине «Переработка и утилизация строительных отходов»

Тема 1 Генезис отходов

В процессе жизнедеятельности при производстве и потреблении образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции.

К видам негативного воздействия на окружающую среду в виде техногенных и антропогенных отходов относятся: выбросы в атмосферный воздух загрязняющих и иных веществ; сбросы загрязняющих и иных веществ и микроорганизмов в поверхностные водные объекты, подземные водные объекты и на водосборные площади; загрязнение недр, почв; размещение отходов производства и потребления; загрязнение окружающей среды шумом, теплом, электромагнитными, ионизирующими и другими видами физических воздействий; а также иные виды негативного воздействия на окружающую среду.

1.1. Классификация видов отходов

Отходы — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые, не являясь конечной целью производственного процесса, образовались при получении готовой продукции или же полностью или частично утратили свои потребительские свойства.

Классификация отходов весьма обширна, это обусловлено большим разнообразием их свойств, которые необходимо учитывать в процессе обращения с ними. Большая номенклатура отходов, образующихся на предприятиях различных отраслей экономики, затрудняет их классификацию, учет, сбор и переработку. Вследствие многих причин в настоящее время и у нас в стране, и за рубежом отсутствует общепринятая научная классификация твердых отходов промышленности, охватывающая все их многообразие. Существующие классификации твердых отходов весьма односторонни. Различные подходы к классификации отходов базируются на следующих классификационных признаках: место образования отходов (отрасль промышленности); стадия производственного цикла; вид отхода; степень ущерба окружающей среде и здоровью человека; направление использования; эффективность использования; величина запаса и объемы образования; степень изученности и разработанности технологий утилизации.

В соответствии с принятой в РФ обобщенной классификацией (ГОСТ 25916-83) отходы делят на отходы производства и потребления.

Соответственно, все образующиеся в результате жизнедеятельности человека твердые отходы также можно разделить на отходы производства и потребления (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Классификация основных видов твердых отходов

Отходы производства и потребления — это остатки материалов, полуфабрикатов и иных продуктов, которые образовались в процессе производства и потребления и со временем утратили свои потребительские свойства.

Обобщенным систематизированным классификатором образующихся в РФ отходов является Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), используемый для удобства сбора и обработки данных на территории РФ (утвержден приказом МПР РФ от 02.12.02 № 786 «Об утверждении ФККО»).

Этот каталог предназначен для использования при учете, контроле и нормировании в области обращения с отходами, лицензионной деятельности, выдаче разрешений на трансграничные перевозки и размещение отходов, при проектировании природоохранных сооружений и проведении средозащитных мероприятий, при оценке материального ущерба или риска возникновения аварий при обращении с отходами.

Классификация отходов по ФККО весьма обширна, это обусловлено большим разнообразием их свойств, которые необходимо учитывать в процессе обращения с ними. В классификаторе отражены большинство отходов различных отраслей хозяйственной и производственной деятельности.

Федеральный классификационный каталог отходов — перечень образующихся в РФ отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков:

- происхождению;
- агрегатному и физическому состоянию;
- опасным свойствам;
- степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

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.

В основу выделения каждого иерархического подразделения положены следующие признаки:

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

В каталоге выделяются пять уровней классификации: группы, подгруппы, позиции, субпозиции.

Первый уровень — блоки, которые делятся по признакам происхождения отходов: отходы органического, минерального и химического происхождения, отходы коммунальные (включая бытовые).

Второй и третий уровни — по происхождению исходного сырья, по принадлежности к определенному производству или используемым технологиям.

Четвертый уровень — по химическому составу и агрегатному состоянию.

Последний, пятый уровень — по классу опасности (для токсичных) или другим признакам неблагоприятного воздействия (отходы легковоспламеняющиеся, пожароопасные, взрывоопасные, самовозгорающиеся, вызывающие инфекционные заболевания, коррозионные и выделяющие токсичные газы).

Наименование виду отхода присваивается с учетом его происхождения и химического состава.

Структура ФККО. Код каждого вида отходов имеет 11-значную структуру.

Блок 1. Отходы сельского, лесного хозяйства, рыбоводства и рыболовства:

1 00 000 00 00 0.

Блок 2. Отходы добычи полезных ископаемых:

2 00 000 00 00 0.

Блок 3. Отходы обрабатывающих производств:
3 00 000 00 00 0.

Блок 4. Отходы потребления. Производственные и непроизводственные; материалы, изделия, утратившие потребительские свойства и не вошедшие в блоки 1–3, 6–9:
4 00 000 00 00 0.

Блок 5. Резервный:
5 00 000 00 00 0.

Блок 6. Отходы обеспечения электроэнергией, газом и паром:
6 00 000 00 00 0.

Блок 7. Отходы при водоснабжении, водоотведении, деятельности по сбору, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов:
7 00 000 00 00 0.

Блок 8. Отходы строительства и ремонта:
8 00 000 00 00 0.

Блок 9. Отходы при выполнении прочих видов деятельности, не вошедшие в блоки 1–3, 6–8:
9 00 000 00 00 0.

Первые восемь знаков кода используются для кодирования происхождения вида отходов и их состава.

Девятый и десятый знаки кода используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы вида отходов.

Одиннадцатый знак кода — для кодирования класса опасности вида отходов в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду.

В 11-м знаке кода цифра 0 используется для блоков, типов, подтипов, групп и подгрупп; для видов отходов значащая цифра обозначает класс опасности, от I до V соответственно.

Рассмотрим некоторые классифицирующие признаки, отраженные в структуре ФККО.

По происхождению и составу отходы делят на 4 группы:

- отходы производства и потребления — остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства;
- радиоактивные отходы — не подлежащие дальнейшему использованию материалы и вещества, а также оборудование, изделия (в том числе отработавшие источники ионизирующего излучения), содержание радионуклидов в которых превышает установленные уровни;
- биологические отходы — трупы животных и птиц, ветеринарные конфискаты (мясо, рыба, другая продукция животного происхождения), другие отходы, получаемые при переработке пищевого и непищевого сырья животного происхождения;
- отходы лечебно-профилактических учреждений — материалы, вещества, изделия, утратившие частично или полностью свои первоначальные потребительские свойства в ходе лечения или обследования людей в медицинских учреждениях.

По источнику образования отходы подразделяют на:

- производственные, образующиеся при производстве промышленной продукции;
- бытовые, образующиеся в быту;

- отходы лечебно-профилактических учреждений, образующиеся в результате их деятельности.

Отходы производства — это остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые, не являясь конечной целью производственного процесса, образовались при производстве готовой продукции или выполнении работ и не соответствуют стандартам; а также образующиеся в процессе производства попутные вещества, не находящие применения в данном производстве. К ним относят: отходы, образующиеся при механической и физико-химической переработке сырья и материалов; вскрышные породы — отходы, образующиеся при добыче и обогащении полезных ископаемых; отходы сельского хозяйства; вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод и т. д.

Эти остатки после предварительной обработки, а иногда и без нее, могут быть использованы в сфере производства или потребления, в частности, для производства побочных продуктов. Побочные продукты образуются наряду с основными, но не являются целью производственного процесса. Они в большинстве случаев бывают товарными, на них имеются ГОСТ, ТУ, их производство планируется предприятием. Производственные отходы являются следствием несовершенства технологических процессов, неудовлетворительно организованного производства, а также несовершенного экономического механизма.

К **отходам потребления** относятся 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, использования или эксплуатации, причем восстановление свойств экономически нецелесообразно.

Отходами потребления считаются, например, изношенные или морально устаревшие машины, изделия производственного назначения, комплектующие детали и материалы, которые по тем или иным причинам не пригодны для дальнейшего использования (отходы производственного потребления), а также пришедшие в негодность или устаревшие изделия домашнего обихода и личного потребления (отходы бытового потребления).

Отходы производства и потребления подразделяют на: промышленные, твердые бытовые (ТБО), медицинские, биологические, радиоактивные, древесно-растительные, крупногабаритный мусор, строительные отходы и грунты, осадки очистных сооружений водопровода и канализации, осадки ливневых очистных сооружений.

Особую группу составляют энергетические отходы: тепло, шум, радиация, электромагнитное, ультрафиолетовое излучение и т. п.

Отходы производства классифицируют по отраслям промышленности (отходы химической, металлургической, электротехнической и других отраслей) и по видам производств (отходы сернокислотного, автосорбционного, подшипникового производств и др.).

Отходы производства можно разбить на две группы — основные и побочные.

Основными являются отходы материалов, использованных непосредственно для изготовления товарной продукции. Это металлические, металлосодержащие (окалина, шламы, шлаки и пр.) и неметаллические (древесина, пластмассы, резина, клеи, текстиль, стекло и др.) отходы.

К **побочным** относятся отходы технологических материалов и веществ, использованных или образующихся при проведении технологических процессов. Побочные отходы могут быть твердыми (зола, абразивы, огнеупоры), жидкими (смазочно-охлаждающие жидкости, минеральные масла и другие нефтепродукты, отходы гальванопроизводства) и газообразными (отходящие газы).

Все виды отходов производства и потребления **по возможности использования** в качестве сырья для выпуска полезной продукции можно разделить на вторичные материальные ресурсы (ВМР) и отходы, которые на данном этапе развития экономики перерабатывать нецелесообразно.

1. Вторичные материальные ресурсы (ВМР) — совокупность отходов производства и потребления, которые могут быть использованы в качестве сырья для выпуска полезной продукции (они уже перерабатываются или переработка их планируется).
2. Отходы, которые на данном этапе экономического развития перерабатывать нецелесообразно, образуют безвозвратные потери. Их предварительно обезвреживают в случае опасности и захоранивают на спецполигонах.

По приведенной схеме (рис. 1.2) отходы классифицируют по сфере их использования.

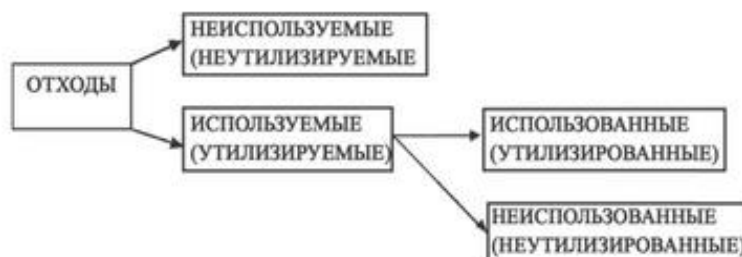


Рис. 1.2. Классификация отходов по утилизации

Исходя из возможностей использования ВМР, их можно подразделить на реальные и потенциальные ресурсы. К реальным следует отнести ВМР, для использования которых созданы эффективные методы и мощности для переработки, а также обеспечен рынок сбыта; к потенциальным — все виды ВМР, не входящие в группу реальных. К потенциальным ВМР относятся также побочные продукты, которые в настоящее время используются недостаточно полно и представляют собой резерв материальных ресурсов для промышленности.

Отходы могут быть использованы до или после обработки. Утилизируемые отходы перерабатываются на месте их образования или на других предприятиях, имеющих соответствующую технологию. Некоторые не утилизируемые отходы в силу потери потребительских свойств в настоящее время не могут найти применения в современном производстве. Эти отходы захоранивают, если они не представляют опасности для окружающей среды.

От состава отходов зависит способ их обезвреживания даже при использовании простейших методов — например, обезвреживание на полигонах. Так, летучая зола, шлак промышленных предприятий и мусоросжигательных установок и т. д. могут быть приняты на полигоны. В отличие от них, некоторые отходы химических предприятий — токсичные, образующие опасные соединения, взрывоопасные; отходы больниц, атомных электростанций и т. д. — требуют особых мер предосторожности при вывозе в места обезвреживания. С практической точки зрения, если известна конечная ступень технологии переработки и утилизации отходов, то их следует классифицировать, основываясь в первую очередь на этой технологии. Конечным этапом обезвреживания большинства не утилизируемых городских отходов (исключая особо токсичные, а также инертный строительный мусор и т. п.) в настоящее время является сжигание.

По агрегатному (фазовому) состоянию отходы подразделяют на:

- газовые отходы;
- твердые отходы;
- жидкие отходы.

К газовым отходам относятся неоднородные газовые системы: аэрозоли (пыль, дым, туман) и гомогенные газовые выбросы, содержащие вредные вещества.

Твердые — это отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыли минерального и органического происхождения от очистных сооружений в системах очистки газовых выбросов промышленных предприятий, а также промышленный мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ (резина, бумага, ткань, песок, шлак).

К жидким отходам относят осадки сточных вод после их обработки, а также шламы пыли минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов, отработанные масла, смазочно-охлаждающие жидкости, эмульсии, суспензии.

Фазовое состояние влияет на выбор методов и средств хранения, транспортировки и переработки отходов.

Классификация по отраслям промышленности. Образование промышленных отходов происходит на всех стадиях движения сырья и полуфабрикатов: от момента добычи природного ресурса до готового изделия. По показателю удельного образования твердых отходов на одного рабочего в РФ лидируют строительная отрасль (400 кг в год на человека), производство резино-технических изделий и пластмасс (9,8 кг в год на человека).

Классификация по наличию опасных свойств: по пожароопасности, взрывоопасности, токсичности.

Токсичность определяется как способность вызывать серьезные заболевания у людей при попадании внутрь организма (через органы дыхания, пищеварения, кожу). Экотоксичными называются вещества или отходы, которые в случае попадания в окружающую среду представляют угрозу для нее в результате биоаккумуляции (накопления в пищевой цепи) или могут оказывать токсическое действие на биотические системы.

Опасность отходов для окружающей среды возрастает в тех случаях, когда отходы производства обладают свойствами, способствующими миграции компонентов в окружающей среде (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Основные характеристики вредных и опасных отходов

Вредные отходы. В принципе, любые отходы следует считать вредными в широком смысле, поскольку все они представляют собой результат механического, физико-химического или химического изменения исходных биосовместимых природных комплексов. В узком смысле вредными следует считать отходы, оказывающие резко негативное влияние непосредственно на человека, животные и растительные организмы и на среду их обитания.

Вредные отходы следует отличать от опасных, токсичных и супертоксичных выбросов. Наиболее вредные из них, получившие статус ксенобиотиков и соответствующие паспорта на технологию производства, хранения и распространение, исключают из общего перечня.

Отходы, которые можно определить как нетоксичные, делятся на две категории — условно вредные и безусловно вредные. Первые способны производить быстрые и необратимые изменения в окружающей среде и нуждаются в немедленной нейтрализации или изоляции (кислоты, щелочи, некоторые соли, органические жидкости и газы). Действие вторых более мягкое и длительное, они могут быть временно сконцентрированы и депонированы в различных формах (многие оксиды, трудно растворимые вещества, твердые органические остатки, породообразующие минералы).

Особую группу представляют собой *отходы в виде энергии*, называемые энергетическими (тепло, шум, электромагнитное и радиоактивное излучение и т. п.).

Существуют также и другие классификации отходов: по возможности переработки, сфере использования, по составу и т. д. Один из вариантов классификации отходов представлен на рис. 1.4.



Рис. 1.4. Вариант классификации отходов по четырем уровням

Широко используется классификация отходов по степени их опасного воздействия на человека и окружающую среду. Так, в странах ЕЭС установлено 14 категорий опасности отходов для здоровья человека и риска для окружающей среды:

- 1 — взрывоопасные;
- 2 — оксиданты;
- 3А — отходы с высокой степенью воспламеняемости;
- 3В — воспламеняемые;
- 4 — раздражающие;
- 5 — вредные;
- 6 — токсичные;
- 7 — канцерогенные;
- 8 — коррозионно-активные;
- 9 — инфекционные;
- 10 — тератогенные (повреждающие зародыши — эмбрионотоксичные);
- 11 — мутагенные (вызывающие наследственные изменения);
- 12 — выделяющие при контакте с водой токсичные газы;
- 13 — выделяющие опасные вещества;
- 14 — экотоксичные.

Классификация отходов производства и потребления в РФ разработана, исходя из потенциальной опасности производственных отходов. Важнейшим критерием при рассмотрении любого вида отходов является его класс опасности — градация химических веществ по степени возможного отрицательного воздействия на почву, растения, животных и человека. Опасными называются отходы, содержащие вредные вещества, которые обладают опасными свойствами (токсичностью, пожаро- и взрывоопасностью, высокой реакционной способностью) или содержат возбудителей инфекционных болезней, либо при вступлении

в контакт с другими веществами представляют потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека.

Степень опасности отхода определяют в соответствии с документом «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду (ОПС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее. Согласно Федеральному закону «Об отходах производства и потребления» и Санитарным правилам установления класса опасности токсических отходов производства и потребления СП 2.1.7.1386-03, отходы делятся на 5 классов опасности:

- 1 класс (чрезвычайно опасные отходы) характеризуется очень высокой степенью вредного воздействия на окружающую среду, при этом экологическая система необратимо нарушена, период восстановления ее отсутствует. Примерами отходов 1 класса являются люминесцентные лампы, ртутьсодержащие приборы, гальванопласты;
- 2 класс (высокоопасные отходы) характеризуются высокой степенью воздействия на окружающую среду. Экологическая система сильно нарушена, период восстановления составляет не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия. Примерами отходов 2 класса опасности являются серная кислота отработанных аккумуляторов, аккумуляторы с неслитым электролитом, отходы, содержащие пыль и/или опилки свинца;
- 3 класс (умеренно опасные отходы) характеризуются средней степенью воздействия на окружающую среду. Экологическая система нарушена, период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника. Примерами отходов 3 класса опасности являются свинец отработанных аккумуляторов, отработанные масла, обтирочный материал, загрязненный маслами (при содержании масла более 15 %), цементная пыль;
- 4 класс (малоопасные отходы) характеризуются низкой степенью воздействия на окружающую среду. Экологическая система нарушена, период самовосстановления составляет не менее 3 лет. Примерами являются коксовая пыль, отходы абразивных материалов в виде пыли и порошка, ТБО от жилья, отработанные автомобильные покрышки, кусковые отходы ДСП, строительный мусор;
- 5 класс (практически неопасные отходы) характеризуется очень низкой степенью воздействия на окружающую среду. Экологическая система практически не нарушена. Примерами являются тормозные колодки, лом черных металлов, чистые отходы лесозаготовок, отходы песка, не загрязненного опасными веществами.

Отнесение образовавшегося отхода к конкретному классу опасности для окружающей природной среды (ОПС) основано на возможных негативных изменениях ее экологического качества под воздействием данного отхода при его поступлении в ОПС, в соответствии с критериями таблицы 1.1.

Т а б л и ц а 1.1

Критерии отнесения отходов к классам опасности для ОПС

Состояние ОПС при воздействии на нее отхода	Уровень потери экологического качества ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1. Биопродуктивность природной среды нулевая. 2. Природные сферы необратимо нарушены, восстановление природной среды практически невозможно («абиотическая пустыня»).	Чрезвычайно высокий	I класс, высокоопасные

Окончание таблицы 1.1

Состояние ОПС при воздействии на нее отхода	Уровень потери экологического качества ОПС	Класс опасности отхода для ОПС
1. Невозможно существование естественных биоценозов; искусственные биоценозы могут существовать только при постоянном их поддержании. 2. Природные сферы сильно нарушены; самовосстановление природной среды невозможно.	Высокий	II класс, опасные
1. Природные биоценозы сильно угнетены. 2. Природная среда не способна к самовосстановлению при данных деградационных нагрузках.	Средний	III класс, умеренно опасные
1. Заметное угнетение биоценозов. 2. Наличие обратимых нарушений природных сфер.	Низкий	IV класс, малоопасные
1. Отсутствие угнетения естественных и антропогенных биоценозов. 2. Отсутствие нарушений природных сфер.	Условно нулевой	V класс, практически неопасные

Класс опасности отходов определяется на основе ПДК химических веществ, являющихся компонентами отходов, и количественного содержания этих веществ в отходе. Наиболее опасные — отходы I класса опасности, наименее опасные — отходы V класса опасности.

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

Распределение отходов по классам опасности по отраслям промышленности следующее:

- I класс опасности: топливная промышленность — 50 %, химическая промышленность — 27,5 %, черная металлургия — 7,5 %, машиностроение и металлообработка — 7,5 %, лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность — 5,33 %;
- II класс опасности: черная металлургия — 35,94 %, химическая промышленность — 26,95 %, нефтехимическая промышленность — 13,52 %, топливная промышленность — 9,76 %;
- III класс опасности: цветная металлургия — 30,65 %, топливная промышленность — 8,67 %, химическая промышленность — 7,46 %, черная металлургия — 5,34 %;
- IV класс опасности: цветная металлургия — 33,67 %, черная металлургия — 27,25 %, промышленность строительных материалов — 10,4 %;
- V класс опасности: топливная промышленность — 57,88 %, черная металлургия — 19,47 %, цветная металлургия — 10,0 %, химическая промышленность — 5,68 %.

Отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды в соответствии с «Критериями» осуществляется расчетным или экспериментальным методом. Экспериментальное оценивание осуществляется в специально аккредитованных лабораториях и заключается в биотестировании водной вытяжки отходов. Этот метод используется при больших объемах отходов на предприятии.

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании показателя (K), характеризующего степень опасности отхода при его воздействии

на ОПС, рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход (далее компоненты отхода), для ОПС (K_i).

Показатель степени опасности для ОПС каждого компонента отхода (K_i) рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i / W_i$$

где C_i — концентрация i -го компонента в отходе (мг/кг отхода);
 W_i — коэффициент степени опасности i -того компонента отхода для ОПС (мг/кг).

Показатель опасности отхода для ОПС K рассчитывают по следующей формуле:

$$K = K_1 + K_2 + K_n$$

где K — показатель степени опасности отхода для ОПС;
 K_1, K_2, K_n — показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с таблицей 1.2.

Т а б л и ц а 1.2

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (K)
I	$10^6 > K > 10^4$
II	$10^4 > K > 10^3$
III	$10^3 > K > 10^2$
IV	$10^2 > K > 10$
V	$K \leq 10$

В случае установления 5 класса опасности расчетным методом необходимо его подтверждение экспериментальным методом. Если экспериментальные исследования не подтвердили результат расчетов, отход будет отнесен к 4 классу опасности.

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Тема 2 Система обращения с отходами

В процессе бытовой и производственной деятельности человеческое общество неизбежно влияет на окружающую среду, которая немедленно или спустя некоторое время реагирует на это влияние и оказывает обратное положительное, а чаще отрицательное действие. Главная причина загрязнения биосферы — это ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья, которые приводят к огромному накоплению отходов и к необходимости защиты всех природных сфер.

Для удовлетворения потребностей народного хозяйства ежегодно в расчете на душу населения в хозяйственный оборот вовлекается до 20 т природного сырья. В промышленности 70 % затрат приходится на сырье, материалы, топливо и энергию. В этой связи в условиях постоянно нарастающего дефицита природных ресурсов важную роль играет рациональное, комплексное и экономичное их использование, снижение металлоемкости и энергоемкости промышленного производства.

Обращение с отходами — деятельность, в ходе которой образуются отходы, а также производится сбор, использование, обезвреживание, транспортировка и размещение отходов.

2.1. Государственная политика в области обращения с отходами

В процессе производства и потребления образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции.

В мире производство отходов составляет около 200 млрд. тонн каждый год. В России в 2010 году образовалось 3,735 млрд. т отходов (для сравнения, в США — 11 млрд. т). Из них 1 и 2-го классов опасности — 0,9 млн. т (0,024 %), 3-го класса опасности — 16,7 млн. т (0,45 %), 4-го класса опасности — 96,8 млн. т (2,1 %), а основная масса представлена отходами 5-го класса опасности (97,5 %). Из общего объема более 3,3 млрд. т приходится на добычу полезных ископаемых. Было обезврежено или использовано 46,5 % образованных отходов. В 2011 году объем произведенных отходов (4,3 млрд. т) заметно увеличился. В 2003 году он составлял 2,7 млрд. т, т. е. за последние 9 лет объем отходов в стране вырос в 1,6 раза.

Общее количество накопленных на начало 2010 г. на территории РФ отходов составляет 30,1654 млрд. т, из них 1,5 млрд. т — токсичные отходы. Эти отходы хранятся на площади около 250 тыс. га. В России существует 1112 организованных мест для захоронения промышленных отходов с площадью 14,5 тыс. га. 16 % площадей полигонов не отвечает нормативным требованиям.

Проблемы образования и использования отходов многогранны. Отходы производства и потребления могут являться ценными видами вторичных материальных и энергетических ресурсов. Для их «добычи» нет необходимости производить специальные геологические изыскания, строить горнодобывающие предприятия, транспортировать технологическое и энергетическое сырье на большие расстояния. Вторичные материальные и энергетические ресурсы в наибольшей степени образуются как раз в крупных промышленных центрах, где имеются принципиальные возможности для их повторного применения.

В целом отходы можно рассматривать как вторичный ресурс, который утилизируется, т. е. используется в разных производственных циклах (рециклах). В мире наиболее высокий показатель рециклирования отходов наблюдается по бумаге, стеклу, алюминию (упаковка, тара). Так, уровень утилизации алюминиевых и жестяных банок в европейских странах составляет 13 %, в США — 55 %. При этом решаются две задачи: утилизация отходов

и выработка дешевого металла, так как повторное получение алюминия требует всего 5 % затрат электроэнергии от его первичного производства.

В России при высоком уровне рециклирования бумажных отходов, стеклобоя и отработанных шин в целом переработка отходов отстает от стран с развитой экономикой. Из образующихся ежегодно 120 млн. м³ бытовых отходов утилизируется всего 3,5 %. В структуре утилизируемых отходов 30 % приходится на бумагу, 30 % — на пищевые продукты и около 40 % — на стекло, текстиль, дерево, полимеры, резину, металл и т. д.

Отходы производства являются фактором, воздействующим на окружающую среду и отрицательно влияющим на качество жизни человека. Однако отходы, загрязняющие окружающую среду, не только могут быть использованы, но их применение в ряде случаев выгодно с экономической точки зрения.

Использование отходов в качестве вторичных материальных ресурсов решает ряд важных хозяйственных задач, таких как экономия основного сырья, предотвращение загрязнения водоемов, почвы и воздушного бассейна, увеличение объемов производства деталей и изделий, производства новых для предприятия товаров.

Основными принципами государственной политики в области обращения с отходами являются:

- охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей природной среды и сохранение биологического разнообразия;
- научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества в целях обеспечения устойчивого развития;
- использование новейших научно-технических достижений в целях реализации малоотходных и безотходных технологий;
- комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов;
- использование методов экономического регулирования деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения количества отходов и вовлечения их в хозяйственный оборот.

В п. 2 ст. 3 № 89-ФЗ определены направления государственной политики в области обращения с отходами:

- максимальное использование исходных сырья и материалов;
- предотвращение образования отходов;
- сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования;
- обработка отходов;
- утилизация отходов;
- обезвреживание отходов.

Закрывать эту цепочку должны экологически безопасные объекты размещения отходов (ОРО). Соответствие ОРО требованиям законодательства по безопасности подтверждает внесение объекта в государственный реестр объектов обращения с отходами (ГРОРО).

На рис. 2.1 приведена схема организации и управления системой обращения с отходами, включающая организационные и технологические мероприятия.



Рис. 2.1. Схема организации и управления системой обращения с отходами

Основными механизмами государственной политики в области обращения с отходами выступают:

- 1) лицензирование деятельности по обезвреживанию и размещению отходов I–IV классов опасности;
- 2) паспортизация:
 - а) ведение государственного кадастра отходов;
 - б) выдача паспорта опасных отходов;
 - в) выдача паспортов объектов размещения отходов;
- 3) лимитирование:
 - а) определение класса опасности отходов;
 - б) утверждение нормативов образования и размещения отходов (НООЛР);
 - в) утверждение норм накопления бытовых отходов;
- 4) экономическое стимулирование:
 - а) взимание платы за лимит размещения отходов;
 - б) взимание платы за сверхлимитное размещение отходов.

Основным направлением в сфере управления отходами в развитых странах мира является их минимизация путем:

- предотвращения или уменьшения их образования;
- улучшения качества образующихся отходов, включая уменьшение количества токсичных веществ в них;
- повторного использования, рецикла и восстановления или извлечения полезных компонентов из них.

В большинстве стран соблюдается следующий приоритетный ряд в обращении с отходами:

- предотвращение образования отходов имеет приоритет перед повторным их использованием;
- повторное использование или рецикл в том же процессе предпочтительнее внешнего использования;
- использование отходов предпочтительнее использования их энергии (получаемой, например, путем сжигания);
- во всех странах повторное использование или восстановление (извлечение) имеет безусловный приоритет перед складированием или захоронением;

- в ряде стран сжигание отходов относится к категории «минимизация» только в случае использования энергии.

В настоящее время в нашей стране, да и в большинстве других стран основными методами обезвреживания твердых бытовых отходов являются вывоз на санитарные свалки (если только наши свалки можно назвать таковыми), сжигание и компостирование (по крайней мере, органической их части).

В дальнейшем необходимо внедрение технологических процессов, дающих минимальные выбросы, при которых способность природы к самоочищению в достаточной степени будет препятствовать возникновению необратимых экологических изменений.

Широкое применение во всех отраслях народного хозяйства ресурсосберегающих технологий может стать решающим фактором улучшения экологической обстановки в стране. Эти технологии, окупаясь в короткий срок, могут обеспечить наибольший выход конечного продукта в расчете на единицу исходного сырья и на единицу трудозатрат.

Во всех случаях подход, при котором исключаются или уменьшаются отходы производства, должен быть приоритетным по сравнению с технической политикой, направленной на переработку, обезвреживание или захоронение отходов.

Новая система обращения с отходами должна заработать на территории РФ уже в 2019 г. Часть регионов приступили уже к реализации данной программы. К 2019 г. каждая область должна перейти на разработанную и согласованную Росприроднадзором новую территориальную схему обращения с отходами. Данная схема включает в себя данные на все источники образования мусора, количество, информацию о целевых показателях по вторичной переработке и объектах обработки, утилизации, размещения и сжигания отходов. Преобразования должны были вступить в силу еще 01.01.2017, но Правительством было принято решение о переносе сроков, чтобы дать возможность всем регионам утвердить территориальные схемы. Несмотря на перенос сроков, большинство регионов уже в конце 2016 г. утвердили данные схемы. После перехода на новую систему полная ответственность за оказание услуг по обращению с твердыми коммунальными отходами (ТКО) будет возложена на регионального оператора, который, в свою очередь, будут заключать договоры со всеми «образователями отходов». Изменения коснутся в том числе и жителей села и дачных поселков, которые далеко не всегда готовы платить за оказание услуг по обращению с отходами. Очень много возникает сложностей инфраструктурного и логистического характера: к примеру, у жителей отдельных поселков нет потребности в систематическом вывозе.

2.2. Нормативно-правовая база обращения с отходами

Нормативно-правовой механизм решает задачи экономного ресурсопользования с помощью утверждения системы норм состояния и допустимых воздействий на окружающую среду, системы норм и стандартов использования ресурсов, экологической экспертизы, системы законодательных актов, определяющих правовую ответственность ресурсопользователя.

Важнейшей задачей государства в области ресурсопользования является создание механизмов, направленных на экономное использование сырья, материалов, энергии и других ресурсов. Управление ресурсопользованием осуществляется с помощью нормативно-правового, экономического и общественно-политического механизмов.

Экономический механизм рационального ресурсопользования должен обеспечить создание ресурсосберегающих технологических процессов, экологичной техники, гарантировать экологически обоснованное размещение производительных сил, перераспределение материально-технических и трудовых ресурсов с целью более рационального ресурсопользования. Средствами экономического механизма являются дифференцированные тарифы

за пользование природными ресурсами, а также гибкая система налогообложения, государственные дотации и инвестиции.

Основные элементы экономического механизма обращения с отходами определены Федеральным законом «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 года.

Нормативно-правовая база РФ в области обращения с отходами представлена рядом общих нормативно-правовых документов, регламентирующих обращение с отходами и как с сырьем, и как с загрязнителями окружающей среды.

Основополагающее значение для нормативно-правового обеспечения применения этих инструментов государственного регулирования имеют Федеральный закон «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 года и Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24 июня 1998 года.

Эти законы регламентируют цели и основные принципы государственной политики в области обращения с отходами, полномочия органов управления РФ, ее субъектов, органов местного самоуправления. Устанавливаются правовые основы обращения с отходами как с объектом собственности, даются общие требования к обращению с отходами, нормирование, государственный учет и отчетность в области обращения с отходами, основы экологического контроля и экономического регулирования.

В РФ действуют и другие нормативно-правовые документы, регламентирующие общие требования в области обращения с отходами.

Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» регламентирует общие санитарные требования к захоронению, переработке, обезвреживанию и утилизации производственных и бытовых отходов.

Закон «Об охране атмосферного воздуха» регламентирует общие требования по охране атмосферного воздуха от воздействия мест складирования отходов.

Закон «О недрах» регламентирует общие требования к обращению с отходами при добыче и обогащении полезных ископаемых, а также устанавливает правила использования недр в целях захоронения отходов.

Законодательная база по обращению с отходами подкреплена рядом нормативных документов, куда входят постановления Правительства РФ, приказы Минприроды России, государственные стандарты (ГОСТ) в системе Росстандарта, санитарные правила и нормы (СП, СанПиН) Минздрава России.

Особую группу нормативно-правовых документов составляют санитарные правила и другие нормативно-методические документы санитарно-эпидемиологической направленности, регламентирующие методологию определения класса токсичности отходов, порядок их накопления, обезвреживания и захоронения на полигонах, обустройство мест накопления и хранения.

Федеральный закон № 89-ФЗ определяет задачи обращения с отходами в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую природную среду, а также порядок вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

В соответствии с этим законом, обращение с отходами — это деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

Минприроды России и его территориальные органы для реализации указанных направлений организывают ведение единой системы государственного кадастра отходов (ГКО), включающего федеральный классификационный каталог (ФККО), государственный реестр объектов размещения отходов (ГРОРО), банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов. Схема формирования государственного кадастра отходов показана на рис. 2.2.

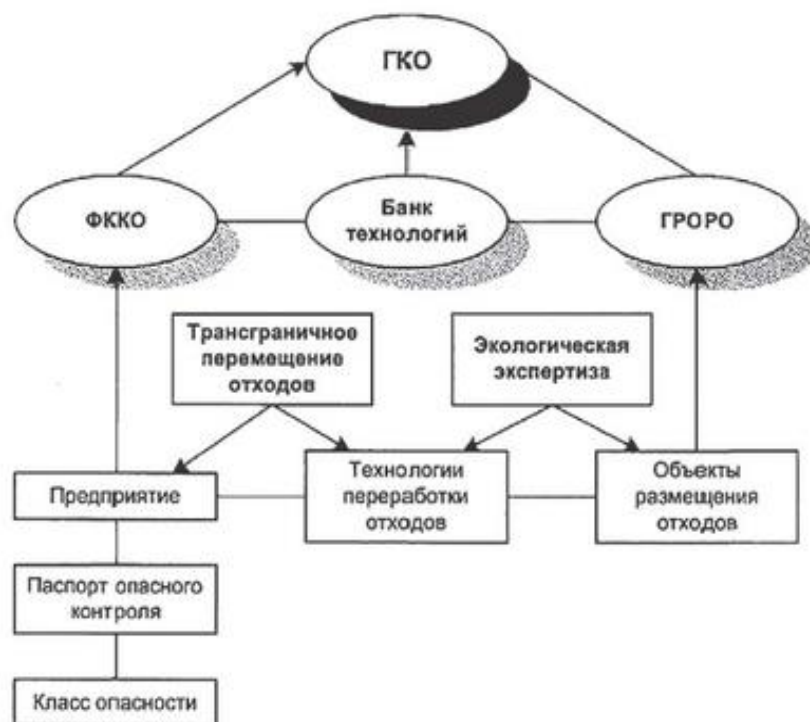


Рис. 2.2. Схема формирования государственного кадастра отходов

Государственный кадастр отходов — интегрированный информационный ресурс, в котором систематизированы сведения об отходах, их свойствах, потенциальной опасности и/или ресурсной ценности, а также о существующих объектах размещения отходов и технологиях их использования и обезвреживания.

Федеральный классификационный каталог отходов — перечень образующихся в РФ отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую среду. На основании этих данных для внесения в каталог отходу присваивается код с системой 13-уровневой классификации и кодирования отходов.

Государственный реестр объектов размещения отходов — систематизированная информация об объектах размещения отходов, существующих и эксплуатирующихся на территории России. Для каждого объекта размещения отходов составляется карта-характеристика объекта размещения отходов с учетом кодирования информации для машинной обработки ГРОРО.

Основой кадастра является *банк данных об отходах и о технологиях их использования и обезвреживания*, который постоянно пополняется. Информация из банка используется территориальными органами Минприроды России при принятии решения об утверждении лимитов на размещение отходов.

Лицензирование деятельности в области обращения с отходами регламентируется Федеральным законом «О лицензировании отдельных видов деятельности» № 99-ФЗ от 04.05.2011, Постановлением правительства Российской Федерации от 26.02.96 № 168 «Об утверждении положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды», приказом Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации от 18.06.96 № 282 «О порядке проведения работ по лицензированию отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды». В соответствии с этими нормативно-правовыми документами лицензированию подлежат следующие виды деятельности в области обращения с отходами:

Тема 3 Обезвреживание и утилизация твердых отходов

Десятки миллионов тонн промышленных отходов (с учетом твердых промышленных отходов — ТПО) образуются в результате жизнедеятельности крупнейших индустриальных центров России. К ним ежедневно добавляются отходы коммунально-городского хозяйства, включая твердые коммунально-бытовые отходы (ТКО или ТБО). Совокупный рост объемов ТПО и ТБО (ТПБО) составляет примерно 5–8 % в год.

В развитых странах количество токсичных отходов на одного человека в год составляет 70 кг, а стоимость обезвреживания одной тонны — 500 долларов.

Фактически формула обращения с твердыми промышленными и бытовыми отходами (ТПБО) в развитых странах воплощает принцип устойчивого развития и может быть кратко представлена следующим перечнем операций:

- уменьшение количества отходов;
- вторичное использование;
- переработка;
- извлечение энергии;
- захоронение остатков.

Полнота их реализации в разных странах определяется конкретными экологическими, сырьевыми, демографическими и другими условиями.

Основными направлениями утилизации и ликвидации промышленных твердых отходов являются:

- 1) переработка конкретных технологических отходов по заводской технологии;
- 2) прямое или косвенное (с переработкой) использование отходов производств как вторичного сырья для других технологических процессов;
- 3) захоронение на полигонах;
- 4) уничтожение не утилизируемых отходов путем сжигания.

Анализ соответствующих процессов позволил сформировать основное требование к их разработке: технологический процесс должен потреблять минимальное количество реагентов и энергозатрат, а продукт вторичной переработки — иметь потребительскую ценность.

Современными областями применения твердых промышленных отходов являются:

- производство строительных материалов (в качестве сырья);
- сельское хозяйство (в качестве удобрений или средств мелиорации);
- производство новых видов продукции (в качестве вторичного сырьевого ресурса);
- рекультивация ландшафтов, планировка территорий, отсыпка дорог.

5.1. Методы подготовки и переработки твердых отходов

Для большинства основных видов крупнотоннажных твердых отходов в настоящее время разработаны и частично реализуются экономически целесообразные технологии их утилизации.

На рис. 5.1 приведены основные принципы и методы переработки и утилизации твердых отходов.



Рис. 5.1. Укрупненная классификация принципов и методов переработки и утилизации твердых отходов

Утилизация твердых отходов в большинстве случаев приводит к необходимости либо их разделения на компоненты (в процессах очистки, обогащения, извлечения ценных составляющих) с последующей переработкой сепарированных материалов различными методами, либо придания им определенного вида, обеспечивающего саму возможность утилизации отходов.

К основным методам подготовки и переработки твердых отходов относятся:

1. **Уменьшение размеров кусков и частиц.** Для этого применяют процессы дробления и измельчения (помола). Метод дробления используют для получения из крупных кусков перерабатываемых материалов продуктов крупностью преимущественно 5 мм. Метод измельчения используют при необходимости получения из кусковых отходов зерновых и мелкодисперсных фракций крупностью менее 5 мм.
2. **Классификация и сортировка** используются для разделения твердых отходов на фракции по крупности.
3. **Укрупнение размеров кусков и частиц.** Для укрупнения размеров кусков и частиц используют методы гранулирования, таблетирования, брикетирования и высокотемпературной агломерации.
4. **Обогащение твердых отходов.** В практике рекуперации твердых отходов промышленности применяют различные методы обогащения перерабатываемых материалов, подразделяемые на гравитационные, магнитные, электрические, флотационные и специальные.
5. **Физико-химическое выделение компонентов при участии жидкой фазы.** К ним относятся: выщелачивание, смешение, растворение и кристаллизация.

При утилизации и переработке твердых отходов используют различные методы и способы механической, физико-химической, термохимической и термической обработки исходных твердых материалов и полученных продуктов (рис. 5.2). Сложные по составу промышленные отходы требуют применения дополнительных специальных физико-химических методов переработки.

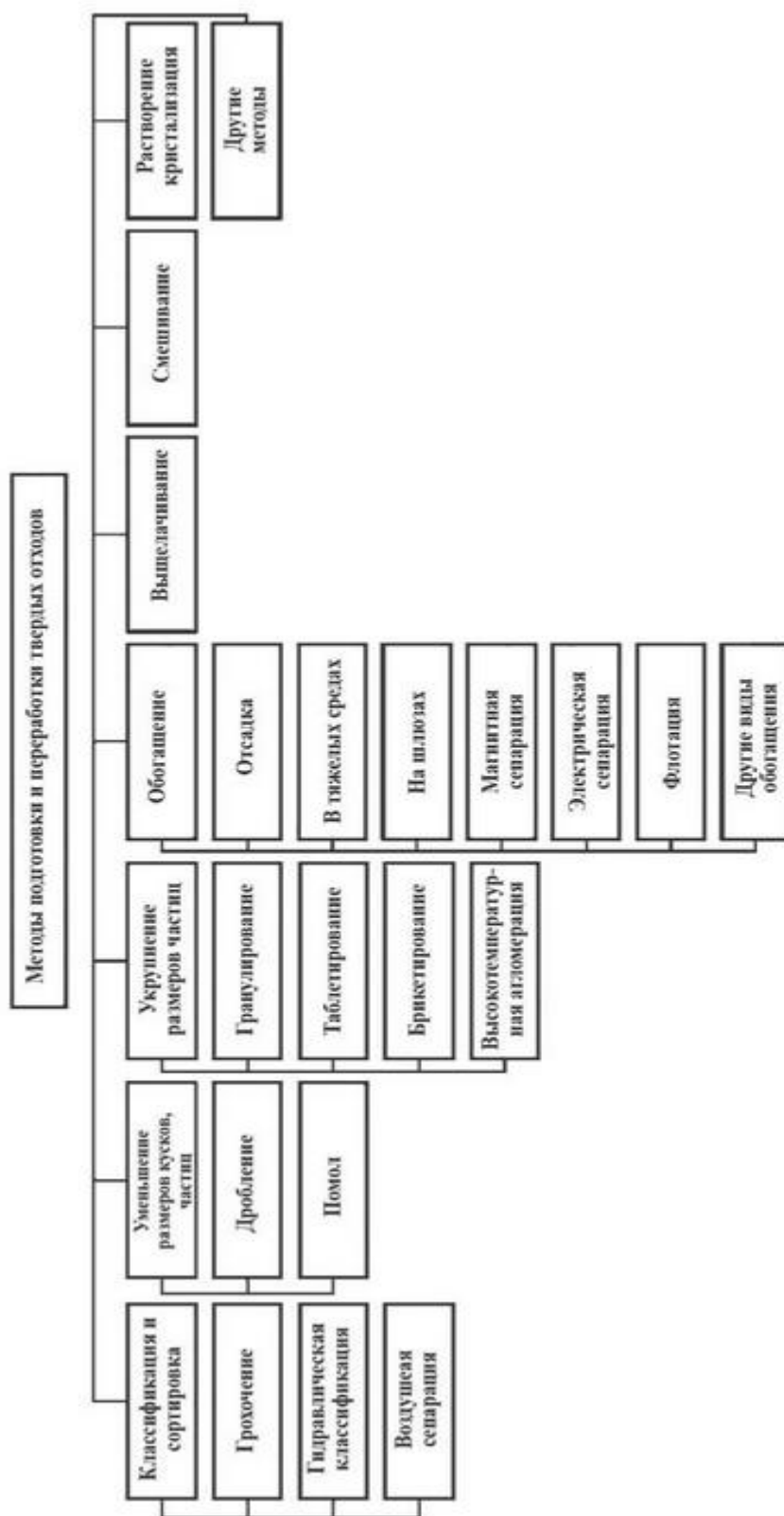


Рис. 5.2. Классификация методов переработки твердых отходов

Для реализации глубокой переработки и утилизации твердые отходы подвергаются предварительной подготовке с использованием ряда технологических операций (рис. 5.3).



Рис. 5.3. Наиболее распространенные методы подготовки твердых отходов к переработке

Для твердых промышленных отходов, которые не могут быть использованы непосредственно, применяют *механическое измельчение* или *компактирование (прессование)*.

Для разделения по размерам перерабатываемых кусковых и сыпучих материалов применяют *просеивание (грохочение)*, разделение под действием гравитационных, инерционных и центробежных сил.

В рекуперационной технологии сыпучих твердых отходов используются способы *гранулирования, таблетирования и брикетирования*.

При утилизации, переработке и обезвреживании твердых материалов и отходов используют термохимические способы *пиролиза, газификации, высокотемпературной агломерации, обжига, переплава, огневого обезвреживания (сжигания)* твердых отходов на органической основе.

Наиболее распространенными методами обезвреживания твердых промышленных отходов являются:

- для неорганических веществ — физико-химическая обработка в несколько стадий, которая приводит к образованию безвредных, в большинстве случаев нейтральных, не растворимых в воде соединений;
- для отходов органического происхождения — сжигание при высоких температурах.

Основными направлениями обезвреживания и ликвидации твердых промышленных отходов (кроме металлоотходов) являются складирование и хранение на территории промышленного предприятия до появления новой технологии переработки их в полезные продукты (сырье), вывоз и захоронение, сжигание на специальных установках.

Обращение с опасными твердыми отходами включает операции:

- накопление (временное хранение);
- первичная обработка (сортировка, прессование);
- складирование;
- транспортировка;
- обезвреживание (захоронение).

Накопление (временное хранение) образующихся в ходе технологического процесса отходов осуществляется по цеховому или общезаводскому принципу:

- в стальных герметичных контейнерах (бочках, цистернах) — для веществ I класса опасности;
- в полиэтиленовой надежно закрытой таре — для веществ II класса опасности;
- в бумажных, хлопчатобумажных мешках — для веществ III класса опасности;
- в конусообразных кучах, навалом, насыпью на промплощадке — для IV класса опасности.

Транспортировка отходов на полигоны осуществляется специальным транспортом, исключая загрязнение окружающей среды, по маршрутам, согласованным с органами местного самоуправления. Работы по загрузке, выгрузке, транспортировке отходов должны быть механизированы.

Обезвреживание и захоронение осуществляются на полигонах для токсичных промышленных отходов. Опасные промышленные отходы вывозят на специальные полигоны для обезвреживания по особой технологии и захоронения в контейнерах или на специальных картах-площадках.

Обезвреживание может осуществляться сжиганием, нейтрализацией и способами, обеспечивающими охрану атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почв. Захоронение — изоляция отходов, например, на полигонах или в специальных хранилищах.

Для обезвреживания опасных твердых отходов часто применяют метод их *капсулирования*, заключающийся в обволакивании токсичного отхода инертной пленкой, например, стеклообразной или полимерной.

Для фиксации с использованием органических полимерных материалов готовится смесь отходов с соответствующими смолами или мономерами, затем вводится катализатор, который обеспечивает полимеризацию и создание объема фиксированного материала. Отходы обычно химически не связываются с полимером. Происходит микрообволакивание органической оболочкой. Для обработки отходов обычно используют формальдегидные, виниловые и полиэстеровые соединения. Такой монолит обладает сопротивлением на сжатие на уровне бетона. Недостаток метода — возможность появления ядовитых паров в процессе полимеризации.

Наиболее распространенный метод фиксации опасных отходов — *цементирование* — применяется для отходов, содержащих воду. Недостаток метода — увеличение объема отходов и возможная гидратация цемента при малых pH. Применяется для неорганических отходов, особенно тяжелых металлов, а также радиоактивных веществ.

Возможные способы использования твердых производственных отходов. Несмотря на то, что подобные отходы в большинстве случаев малопригодны по прямому назначению для вторичного использования, существует ряд направлений, которые включают в себя программы по возможному применению отходов:

- отсыпка дорог, рекультивация местности и т. д. — в общем, все сферы, в которых активно применяется галька, песок и прочие твердые производственные отходы. Экономическая эффективность при таком использовании очевидна, однако лишь 15 % всех отходов идут на эти нужды;
- использование в качестве строительных материалов. Существуют способы вторичной переработки отходов для использования их в производстве строительных материалов;
- использование как удобрение. Существуют программы, разработанные в области сельского хозяйства, которые позволяют использовать отходы в качестве удобрения для земли. Например, из фосфогипса можно сравнительно легко получить сульфат аммония $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Процедура преобразования относительно недорогая, однако есть и свои проблемы: существует вероятность нахождения в отработках тяжелых металлов, типа мышьяка и селена, которые могут навредить почве;

- использование в качестве топлива. В промышленности и в быту в качестве топлива можно использовать отходы лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Если отходы не могут быть использованы в качестве вторичного сырья промышленности, то они подлежат хранению в шламохранилищах, захоронению на полигонах или путем закачки в глубинные горизонты.

Для *твердых коммунальных отходов* (ТКО) наибольшее распространение получили следующие методы обезвреживания и утилизации:

- компостирование (утилизация биологическая);
- сжигание (ликвидация термическая);
- складирование и захоронение (ликвидация биологическая).

Экологический анализ показал, что по степени своего воздействия на окружающую среду они имеют примерно равные показатели.

Самый дешевый вариант — это захоронение на полигонах (организованных свалках), но свалки занимают значительные земельные площади.

5.2. Механическая переработка твердых отходов

При переработке и утилизации твердых промышленных и бытовых отходов используются следующие механические процессы: измельчение, классификация, смешение, компактирование, обогащение.

5.2.1. Смешение порошкообразных и пастообразных материалов

Этот метод широко используют в практике переработки твердых отходов для усреднения состава дисперсных отходов, приготовления на их основе многокомпонентных смесей шихтовых материалов и получения различных масс, обеспечивающих возможность переработки ВМР в товарные продукты.

Существующие смесительные механизмы периодического и непрерывного действия основаны на использовании механических, гравитационных и пневматических способов взаимного перемещения частиц обрабатываемых материалов и характеризуются большим разнообразием конструкций.

Среди смесителей периодического действия наиболее распространены барабанные, бегунковые, пневматические, циркуляционные и червячно-лопастные смесители. К числу аппаратов непрерывного действия принадлежат барабанные, вибрационные, гравитационные, лопастные, центробежные и червячно-лопастные смесители.

Барабанные смесители применяются для периодического и непрерывного смешивания сухих порошкообразных веществ. Смесители с вращающимися барабанами предназначены для периодического смешения сухих сыпучих материалов. Барабанные смесители выполняют на бандажах или с опорой на цапфах (рис. 5.4).

Для увеличения продольных перемещений частиц в цилиндрических смесителях с горизонтальной осью внутри корпуса устанавливают спирали и наклонные лопатки.

Сыпучий материал, загружаемый с помощью шнека, при вращении барабана многократно поднимается на некоторую высоту, пересыпается, совершая сложное возвратно-поступательное движение. По окончании смешивания изменяют направление вращения барабана, и полученная смесь выгружается тем же шнеком.

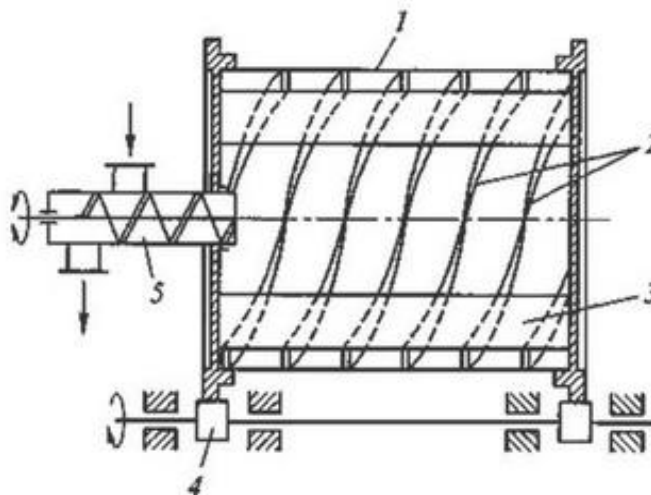


Рис. 5.4. Схема барабанного смесителя:

1 — корпус; 2 — спиральные ребра; 3 — полка; 4 — опорный ролик; 5 — шнек

5.2.2. Процессы уменьшения размеров частиц твердых отходов

Интенсивность и эффективность большинства химических, диффузионных и биохимических процессов возрастают с уменьшением размеров кусков (зерен) перерабатываемых материалов. В этой связи операции уменьшения размеров кусков отходов имеют самостоятельное значение в технологии рекуперации твердых отходов.

Измельчением называется процесс многократного разрушения твердого тела под действием внешних нагрузок, превышающих силы молекулярного притяжения в измельчаемом теле. Процесс измельчения сопровождается многократным увеличением удельной поверхности измельчаемого материала, что позволяет интенсифицировать в дальнейшем необходимые химические и массообменные процессы, скорость которых определяется площадью межфазного взаимодействия.

В зависимости от крупности исходного и измельченного твердого материала различают процессы дробления и помола.

Дробление. Метод дробления используют для получения из крупных кусков перерабатываемых материалов продуктов крупностью преимущественно 5 мм. Дробление широко используют при переработке отходов при открытых разработках полезных ископаемых, шлаков металлургических предприятий, вышедших из употребления резиновых технических изделий, отвалов фосфогипса, отходов древесины, пластмасс, строительных и многих других материалов. В качестве основных технологических показателей дробления рассматривают степень дробления и энергоемкость.

Помол используют для получения из кусковых отходов зерновых и мелкодисперсных фракций крупностью менее 5 мм. Дробление и помол могут быть сухими или мокрыми.

Процессы помола используют при переработке отвалов вскрышных и попутно извлекаемых пород открытых и шахтных разработок полезных ископаемых, вышедших из строя строительных конструкций и изделий, некоторых видов смешанного лома из черных и цветных металлов, топливных и металлургических шлаков, отходов углеобогащения, некоторых производственных шламов, отходов пластмасс, пиритных огарков, фосфогипса и других вторичных материальных ресурсов (ВМР).

Для дробления и помола твердых отходов на минеральной основе применяют машины, в которых используются способы измельчения, основанные на раздавливании, раскалывании, разламывании, истирании и ударе. Измельчение твердых отходов на органической основе осуществляют в машинах, принцип работы которых основан на распиливании, резании и ударе.

Машины для измельчения твердого материала по принципу его разрушения разделяют на три группы: раздавливающего, ударного и ударно-истирающего действия. К первой группе относятся двухвалковые дробилки с гладкими, рифлеными или зубчатыми валками и конусные дробилки. Ко второй группе относятся молотковые дробилки, к третьей — барабанные мельницы для сухого и мокрого помола.

Для дробления большинства видов твердых отходов используют шнековые, конусные, валковые и роторные дробилки различных типов. Для разделки очень крупных агломератов отходов применяют механические ножницы, дисковые пилы, ленточнопильные станки и некоторые другие механизмы и приемы (например, взрыв).

Щековые дробилки (рис. 5.5) применяют для дробления крупных кусковых материалов отходов. В этих дробилках материал периодически раздавливается между металлической неподвижной и качающейся поверхностью (щеками).

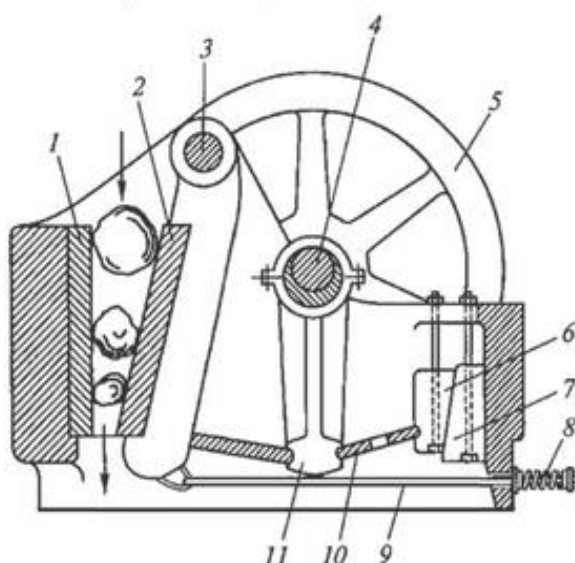


Рис. 5.5. Схема щековой дробилки:

1, 2 — неподвижная и подвижная щеки; 3 — ось; 4 — вал; 5 — маховик; 6, 7 — распорные клинья; 8 — пружина; 9 — тяга; 10 — распорная плита; 11 — шатун

Неподвижная щека устанавливается вертикально, подвижная — под углом к ней. Такой тип дробилок применяется для крупного, реже — среднего дробления. Их производительность достигает 1000 т/ч при размере пасти (загрузочного отверстия) 1500×2100 мм.

Валковые дробилки (рис. 5.6) применяют для среднего и мелкого дробления твердых и вязких отходов и пород, а также продуктов химической промышленности.

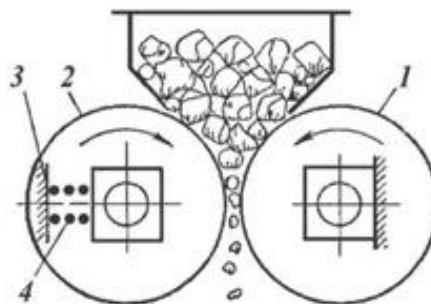


Рис. 5.6. Схема валковой дробилки:

1 — валок с неподвижным подшипником; 2 — валок с подвижным подшипником; 3 — корпус дробилки; 4 — пружина

В них материал раздавливают между двумя вращающимися навстречу друг другу гладкими, рифлеными или зубчатыми цилиндрическими валками с зазором между ними от 1 до 100 мм. При вращении валки захватывают поступающий сверху материал и дробят его раздавливанием.

Конусные дробилки (рис. 5.7) используют для крупного, среднего и мелкого дробления материалов отходов. В конусной дробилке дробление происходит путем непрерывного раздавливания и изгиба (излома) кусков материала дробящей головкой в виде усеченного конуса при эксцентричном вращении ее в корпусе.

Корпус дробилки также имеет форму усеченного обратного конуса. Конусные дробилки используют на стадиях крупного, среднего и мелкого дробления при переработке разнообразных материалов отходов по их физико-химическим свойствам.

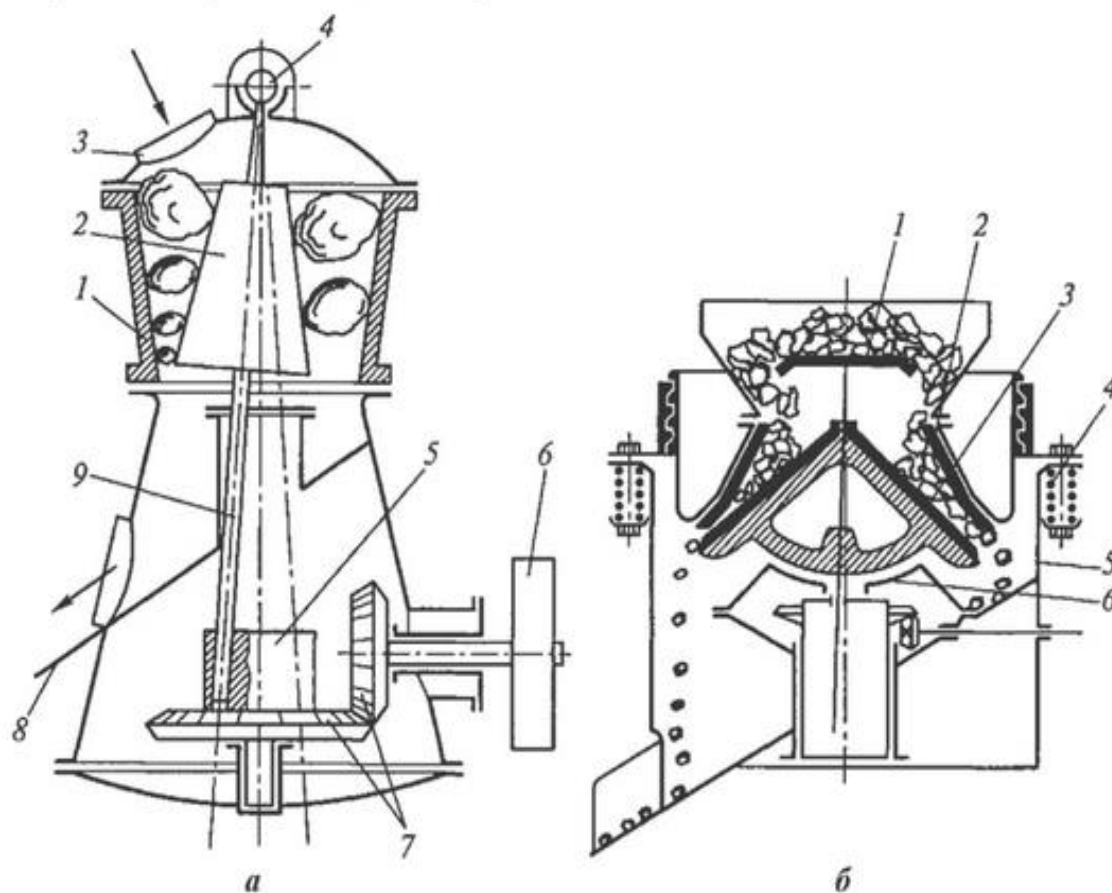


Рис. 5.7. Схемы конусных дробилок:

а — для крупного дробления: 1 — наружный конус;

2 — подвижный конус; 3 — воронка; 4 — сферическая опора; 5 — эксцентриковый стакан;

6 — шкив; 7 — зубчатая передача; 8 — желоб; 9 — вал; б — для среднего дробления:

1 — тарелка; 2 — корпус; 3 — пологий конус; 4 — пружина; 5 — станина; 6 — шаровой подшипник

Ударные дробилки молоткового типа (рис. 5.8) разрушают малоабразивные материалы отходов ударами молотков, находящихся на валу вращающегося со скоростью 800–1000 мин⁻¹ барабана.

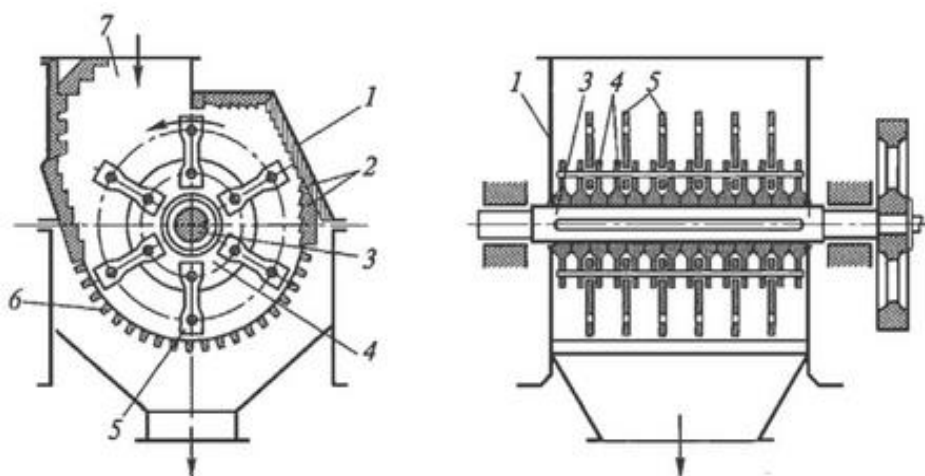


Рис. 5.8 Схема молотковой дробилки:

1 — корпус; 2 — зубчатые плиты; 3 — вал; 4 — диск; 5 — молоток; 6 — колосниковая решетка; 7 — загрузочное отверстие

Молотки закреплены шарнирно и при ударе по куску отклоняются. Молотковые дробилки применяют для крупного дробления хрупких и пластичных материалов отходов и отвальных пород (известняк, мергель, гипсовый камень, сухая глина, уголь, агломерат и др.).

К аппаратам ударно-истирающего действия относятся *дезинтеграторы*, используемые для среднего и мелкого дробления хрупких и сравнительно мягких материалов. Дезинтеграторы (рис. 5.9) состоят из двух роторов типа беличьего колеса большего (до 1500 мм) и меньшего диаметров.

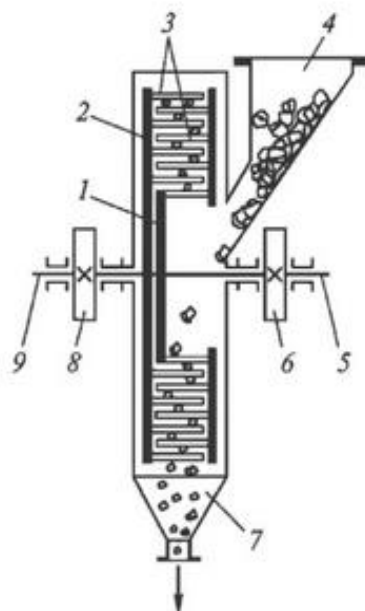


Рис. 5.9. Схема дезинтегратора:

1, 2 — диски; 3 — пальцы; 4 — питатель; 5, 9 — соосные валы; 6, 8 — шкивы; 7 — разгрузочный конус

Роторы вставлены друг в друга и соосно вращаются в противоположных направлениях со скоростью до 3000 мин^{-1} . Ободы дезинтегратора стягивают горизонтально расположенные элементы (пальцы) из прутков круглого сечения или клиновидных.

Наиболее распространенными агрегатами грубого и тонкого измельчения, используемыми при переработке твердых отходов, являются стержневые, шаровые и ножевые мельницы.

Барабанные мельницы (рис. 5.10) являются одними из самых распространенных машин, которые могут использоваться для грубого, среднего, тонкого и сверхтонкого измельчения.

Барабанные мельницы относятся к машинам ударно-истирающего действия и по способу возбуждения движения мелющих тел делятся на мельницы с вращающимся барабаном, вибрационные и центробежные.

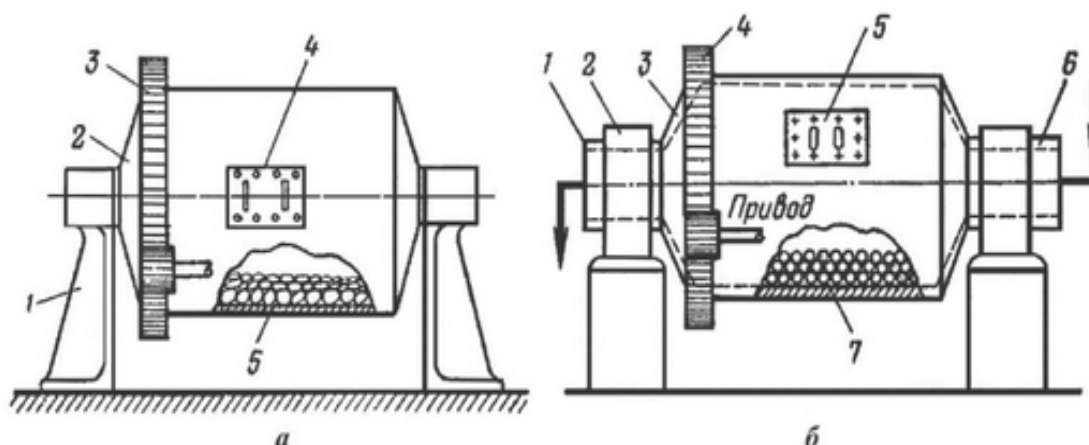


Рис. 5.10. Барабанные мельницы:

- а — однокамерная машина периодического действия; 1 — опоры; 2 — барабан; 3 — зубчатый привод; 4 — люк; 5 — дробящие тела; б — однокамерная машина непрерывного действия; 1 — выгрузочная полая цапфа; 2 — подшипник; 3 — барабан; 4 — зубчатый привод; 5 — люк; 6 — загрузочная цапфа; 7 — дробящие тела

В барабанных мельницах измельчение происходит при горизонтальном вращении барабана, внутрь которого загружают материал и мелющие тела — металлические или кварцевые шары, короткие цилиндры или стержни. При вращении барабана мелющие тела увлекаются трением о стенки барабана на некоторую высоту, а затем свободно падают, измельчая материал ударами и истиранием.

К достоинствам барабанных конструкций мельниц относятся высокая степень помола и легкость его регулирования, однородность готовой продукции, простота и надежность. Их недостатки — большие расходы энергии и габариты, металлоемкость, значительный уровень шума во время работы.

Принцип самоизмельчения используют в *газоструйных мельницах* (рис. 5.11), где материал движется с большой скоростью (до нескольких сотен метров в секунду) в воздушном потоке по пересекающимся или встречным направлениям.

Их используют в тех случаях, когда недопустимо загрязнение конечного продукта металлическими примесями. Наиболее распространены противоточные струйные мельницы. В них сжатый воздух или перегретый пар поступает по трубопроводу в эжектор, захватывает материал, разгоняет его в трубе и с большой скоростью вдувает в камеру навстречу другому потоку. Измельченный материал передается в сепаратор, из которого мелкая фракция уносится в осадительные устройства и используется, а крупная возвращается на домол. Производительность струйной противоточной мельницы достигает 300 кг/ч.

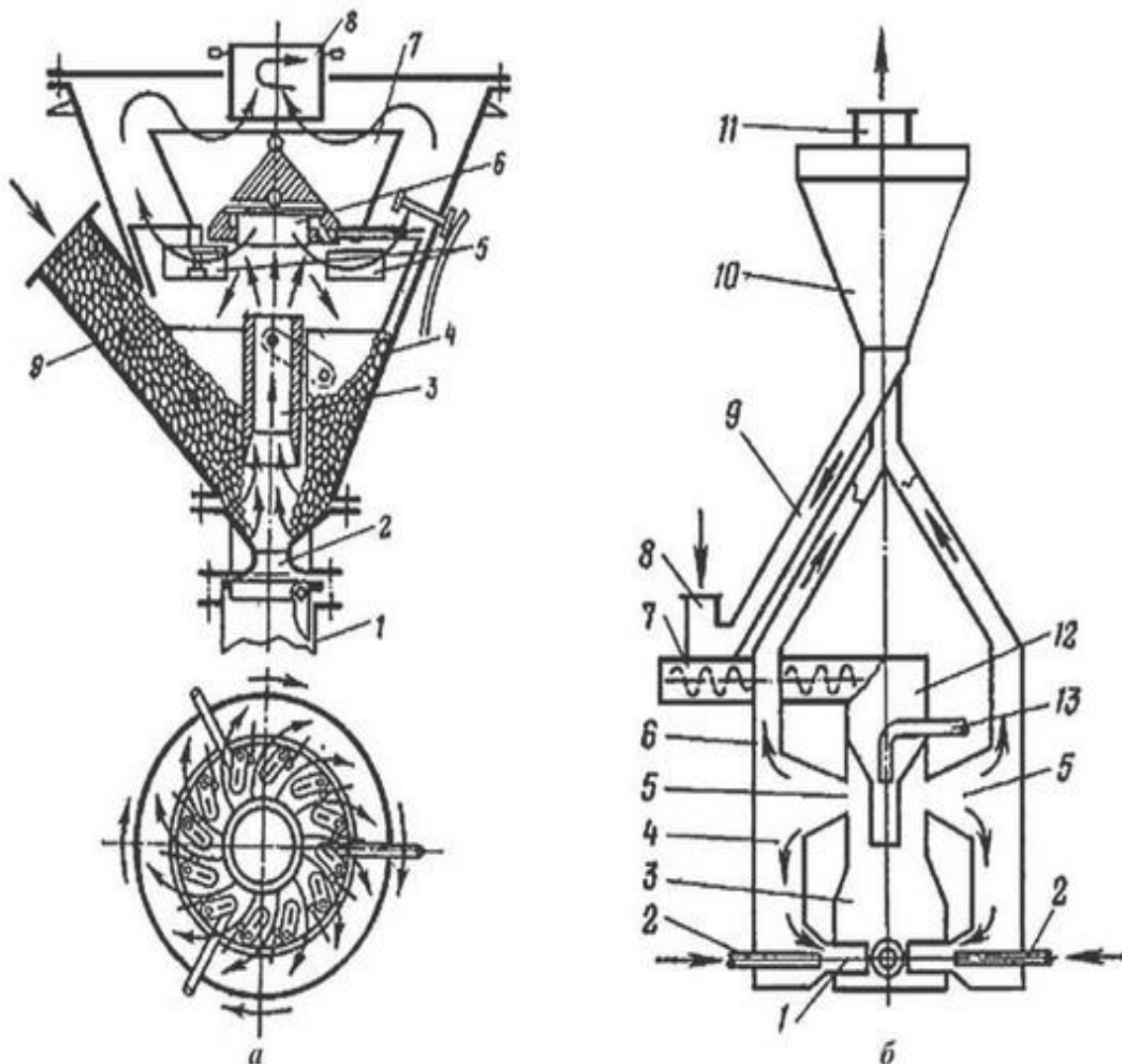


Рис. 5.11. Газоструйные мельницы:

- а* — машина с размольной плитой; 1 — газопровод; 2 — инжектор; 3 — разгонная труба; 4 — корпус; 5 — лопасти сепаратора; 6 — размольная плита; 7 — вытеснитель; 8 — центральный штуцер; 9 — вход материала;
- б* — противоточноструйная машина; 1 — штуцер; 2 — сопла; 3 — камера измельчения; 4 — предварительный сепаратор; 5 — отводные отверстия; 6 — выходной штуцер; 7 — шнек питания; 8 — вход материала; 9 — возврат крупных частиц; 10 — сепаратор; 11 — отвод тонкой фракции; 12 — воронка питания; 13 — сопло

Помимо дробления с помощью механических средств нашли применение специальные способы, основанные на различных физических явлениях, в частности разрушение материалов с помощью электрогидравлического эффекта, сжатой средой, декрипацией и др.

Измельчение некоторых типов отходовных пластмасс и резиновых технических изделий проводят при низких температурах (*криогенное измельчение*).

Тема 4 Виды и свойства строительных отходов

По данным Росстата объем строительных работ с 2000 года по 2015 год вырос более чем в 12 раз. Соответственно, увеличивается и объем отходов от строительства. Строительный мусор составляет почти треть всех отходов, образующихся в большинстве развитых стран. Общая тенденция такова: чем более развита экономика страны, тем большую долю в общей структуре отходов составляет строительный мусор.

Строительные отходы образуются при новом строительстве, сносе и реконструкции зданий и сооружений, при производстве строительных материалов, деталей и конструкций, ремонте и модернизации. Ежегодный объем только бетонного лома составляет более 360 млн. т.

При сносе панельных домов первого периода индустриального домостроения, при производстве строительно-монтажных и сопутствующих работ образуется значительное количество строительных отходов, большая часть которых вывозится на полигоны и свалки.

В настоящее время в Москве ежегодно образуется около 1500 тыс. т строительных отходов. Из них только 70-80 тыс. т перерабатывается в щебень, остальные вывозятся на полигоны либо скапливаются на десятках несанкционированных свалок.

Строительные отходы в России ежегодно занимают сотни гектаров площади, около 20 млн. тонн вторичного материала ждет своей очереди на переработку, 60 % из которых это кирпичные, каменные и железобетонные конструкции. Темп роста данных отходов с каждым годом растет на 20 %. Пока что не удается переработать даже существующую массу строительных отходов, которые находятся на полигонах временного хранения.

В соответствии с временным классификатором отходов при сносе, реконструкции и новом строительстве зданий и сооружений образуются следующие виды отходов:

- бетон и железобетон;
- сколы асфальта;
- керамзитобетон;
- древесина;
- лом черных металлов;
- рубероид;
- битум (мастика);
- линолеум (обрезь);
- использованная минеральная вата;
- асбошифер (бой);
- макулатура (в том числе оргалит);
- стеклобой;
- использованный санитарно-технический фаянс;
- кирпич (бой);
- отработанный цементно-известковый раствор;
- лакокрасочные отходы (разные);
- отработанные шлак, зола, асбест;
- керамическая плитка (бой);
- использованная тара бумажная, загрязненная;
- тара металлическая.

Преобладающий вид строительных отходов в городах — замусоренный грунт, асфальт, каменные материалы, кирпич, бетон и железобетон, древесина, керамическая плитка, картон, бумага и т. д.

Отходы производства строительных материалов. При производстве стройматериалов и цемента выбросы в атмосферу содержат значительные количества различной пыли. Наибольшая доля выбросов в атмосферу пыли и газов в промышленности строительных материалов приходится на цементное производство, обжиг цемента во вращающихся печах, сушку различных материалов в трубчатых сушилках, измельчение и дробление клинкера, угля и других материалов.

Основными технологическими процессами, приводящими к образованию выбросов, являются измельчение, обрабатывание шихт, полуфабрикатов и продуктов в потоках горячих газов и пр. Вокруг заводов, производящих различные стройматериалы, могут образовываться зоны загрязнения радиусом до 2000 м. Они характеризуются высокой концентрацией в воздухе пыли, содержащей частицы гипса, цемента, кварца, а также ряда других загрязняющих веществ.

В производстве асбестоцементных изделий образуются отходы в виде влажной смеси асбеста и цемента, оседающей в отстойниках при очистке сбрасываемой в них воды, а также брак изделий, обрезки труб и стружка, получаемые при их механической обработке.

Количество сухих отходов составляет 2,6-4 % массы выпускаемых изделий. Объем влажных отходов, являющихся осадком сточных вод, в пересчете на сухое вещество достигает 1,5-2 % массы сырья.

В керамическом производстве отходы возникают на различных стадиях технологического процесса.

Отходы производства и потребления изделий из стекла. Производство изделий из стекла связано с образованием большого количества отходов и выбросов, которые можно классифицировать по физико-механическому состоянию следующим образом:

- 1) твердые отходы (стеклобой, сырьевые материалы цехов подготовки шихты в виде пыли, порошковые отходы цехов обработки сортовой посуды);
- 2) суспензии и шламы (шламы и осадки систем подготовки шихты, систем пылегазоулавливания и очистки сточных вод, суспензии систем шлифования и полирования стекол);

- 3) сточные воды (сливы замасливателя в производстве стекловолокна, полировальные, промывные и травильные растворы при обработке и декорировании изделий ит. д.);
- 4) газообразные выбросы (отходящие газы стекловаренных печей, содержащие оксиды азота и серы, соединения свинца, фтора, фосфора и бора, оксид углерода, бензпирен, дымовые газы сушильных цехов подготовки шихты, газовая фаза и воздух со стадий закалки и охлаждения стекла).

Масштабы образования отходов стекла (стеклобоя) весьма внушительны. Так, только на отходы производства приходится 0,32 млн. т в год. Кроме того, стекло как одна из категорий твердых бытовых отходов составляет 5-7 % от всего объема последних (это приблизительно 1,3-1,9 млн. т ежегодно).

По свойствам и составу отходов их можно разделить на близкие к исходному сырью (порошковой шихте), к целевому продукту (например, стеклобой, крошка и пыль цехов обработки изделий), к сырью других производств.

В то же время ряд отходов образуют так называемые вторичные материальные ресурсы, например стеклобой, количество которого для некоторых производств достигает 50 % от исходной стекломассы. К таким ресурсам относятся и дымовые газы стекловаренных печей, теплота которых может быть использована в качестве источников энергии.

Древесные отходы Основными источниками образования древесных отходов являются лесопромышленные комплексы и деревоперерабатывающие комбинаты. Отходы древесины образуются на всех стадиях ее обработки — от рубки леса (ветви, щепы) до получения столярных изделий из нее (опилки, щепы, стружка).

Кроме того, древесные отходы образуются при санитарной рубке, в процессе ухода за зелеными насаждениями на улицах, в парках, скверах, бульварах и лесопарках.

Общий запас древесины в России достигает почти 82 млрд. м³. Это в 4 раза больше, чем в США, в 40 раз больше, чем в Швеции и в 16 раз больше, чем в Финляндии.

В зависимости от производства, при котором образуются древесные отходы, их можно подразделить на два вида: отходы лесозаготовок и отходы деревообработки.

Отходы лесозаготовок — это отделяемые части дерева в процессе лесозаготовительного производства.

Отходы деревообработки образуются в деревообрабатывающем производстве.

Древесные отходы можно классифицировать:

- по сортаменту исходного сырья: отходы пиломатериалов, фанеры и древесноволокнистых плит;
- по породам древесины: отходы хвойных пород, отходы лиственных пород;
- по влажности: сухие — до 15 %, полусухие — 16-30 %, влажные — 31 % и выше, сверхвлажные — 100 % и выше;
- по структуре: кусковые крупные, кусковые средние, кусковые мелкие, сыпучие;
- по стадийности обработки: отходы первичные, отходы вторичные.

В зависимости от формы и размера частиц древесные отходы подразделяются на кусковые и мягкие (опилки, стружки).

Количество древесных отходов при лесопилении и производстве конкретного вида товарной продукции из древесины определяется по ее доле, которая осталась неиспользованной в данном технологическом процессе. Например, при лесопилении отходы составляют 60 % от объема древесного сырья.

Количество отходов деревообрабатывающих производств в большой степени зависит от качества поставляемого сырья, типа и размера изготавливаемой продукции, мощности предприятия. Количество отходов, образующихся, например, на мебельных фабриках, составляет от 45 до 63 % исходного сырья (пиломатериалов, фанеры).

Тема 5 Утилизация отходов строительной индустрии

В настоящее время большая часть строительных отходов вывозится на полигоны и свалки, в том числе несанкционированные, что отрицательно влияет на экологическую ситуацию.

В то же время отходы строительного производства представляют собой вторичное сырье, использование которого после переработки на щебень и песчаногравийную смесь может снизить затраты на строительство новых объектов и одновременно позволяет уменьшить нагрузку на городские полигоны, исключить образование несанкционированных свалок.

Утилизация строительных отходов путем рециклинга позволяет значительно экономить финансовые средства на сбор, транспортировку и прочие процедуры, поскольку такие отходы строительства, как бетон и кирпич, не нуждаются в перемещении. При сносе здания почти всегда на его месте воздвигают новое строение, а это требует большого количества щебня для фундамента. Переработка строительных отходов вместо щебня дает измельченный кирпич и бетон, полученные при демонтаже старого строения.

По сведениям из иностранных источников, энергозатраты при добыче природного щебня в 8 раз выше, чем при получении щебня из бетона, а себестоимость бетона, приготавливаемого на вторичном щебне, снижается на 25 %.

Утилизация отходов бетона и железобетона. Так как основным отход строительства, который остается после сноса дома, — это железобетон, то его применение особенно важно. Для этого используют специальные гидравлические машины типа молота или гидравлических ножниц, которые разбивают или измельчают слишком большие глыбы. Далее дробильная установка дает на выходе продукт нужной фракции.

Отходы строительства также применяют для прокладывания временных дорог через болота. Помимо этого они могут послужить хорошим материалом для заполнения ненужных пустот или котлованов.

Содержащие железобетон строительные отходы и металлургические шлаки могут быть переработаны с выделением металлов и получением строительного щебня.

В мировой практике организация производства и использования вторичного заполнителя из бетонного лома осуществляется одним из трех путей:

1. Бетонный лом с места демонтажных работ транспортируется на завод по производству заполнителей, затем полученный заполнитель направляется на бетонный завод (две транспортные операции).
2. Оборудование для получения заполнителя из бетонного лома устанавливают непосредственно на месте демонтажных работ, затем полученный заполнитель отправляется на бетонный завод или строительный объект (одна транспортная операция).
3. Получение заполнителя из бетонного лома и производство на его основе организовано прямо на месте демонтажных работ (внутризаводское транспортирование).

В отечественной практике получила распространение технология переработки и использования бетонного лома по второму варианту территориальной схемы — цикл А (рис. 15.1), когда полученный вторичный заполнитель используется в основном для устройства щебеночной подготовки дорожных покрытий и оснований.

Более эффективной является технология переработки и вторичного применения бетона по третьему варианту территориальной схемы — цикл Б (см. рис. 15.1).

Полученный вторичный щебень может быть использован в качестве крупного заполнителя при заводском приготовлении бетонов прочностью от 5 до 30 МПа.



Рис. 15.1. Схема утилизации некондиционного бетона и железобетона

В Японии наибольшее распространение получил третий вариант схемы переработки и вторичного использования бетона (рис. 15.2).



Рис. 15.2. Схема переработки и вторичного использования бетона

Для повышения экономичности использования бетонного лома по «замкнутой системе» в качестве вторичного заполнителя для бетона целесообразно приготавливать такой заполнитель на месте производства работ с помощью небольшой дробилки и грохота. Здесь же производится последующее приготовление и укладка бетонной смеси при возведении нового сооружения (рис. 15.3).

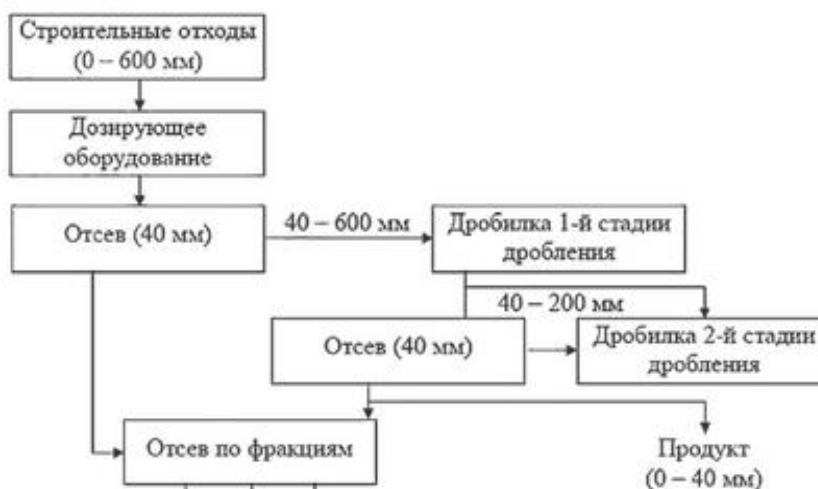


Рис. 15.3. Замкнутая система переработки строительных отходов

Одновременно используется технология переработки по «незамкнутой системе», обеспечивающая более высокую производительность на том же оборудовании, но имеющая существенный недостаток в менее четком определении максимальной крупности частиц, что может привести к недопустимым колебаниям в размерах фракций получаемого продукта.

Технологическое оборудование, используемое для переработки некондиционного бетона: установки первичного дробления (разрушения), вторичного дробления и фракционирования.

Общие принципы создания технологического оборудования по переработке некондиционного бетона и железобетона базируются на возможности применения существующего дробильно-сортировочного оборудования, используемого при переработке битого камня из карьеров. Однако при определении конструктивных параметров дробильной установки, предназначенной для железобетона, необходимо учитывать наличие арматуры и невозможность точного контроля формы и размеров подаваемого материала.

В связи с этим определенные узлы дробильных установок для железобетона значительно более металлоемки и размер их по сравнению с аналогичными узлами обычных дробильных установок такой же производительности больше. Вызвано это, прежде всего, необходимостью пропускания арматуры через установку.

В установках первичного дробления некондиционного железобетона используются ударные роторные дробилки, способные дробить железобетон ограниченного размера ввиду конструктивной особенности системы подачи (рис. 15.4).

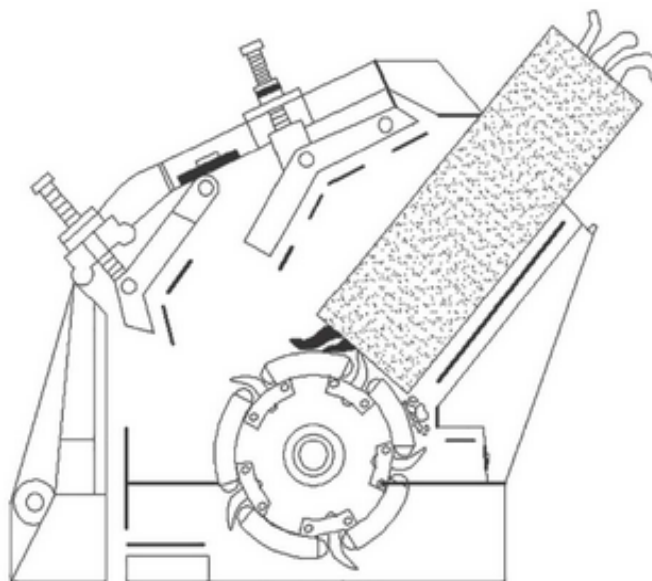


Рис. 15.4. Схема работы роторно-молотковой дробилки для строительных отходов

Арматура излишней длины, отделенная от бетона, не может проходить вокруг ротора ударной дробилки. Первичные ударные дробилки подвержены также значительно более быстрому износу по сравнению с первичными щековыми дробилками.

Конструктивно щековые дробилки значительно отличаются от ударных. В дробильной камере щековых установок нет препятствий, затрудняющих прохождение материала (рис. 15.5).

При правильном поступлении в нее железобетона и достаточном зазоре между зоной выхода дробленого материала и отводящего конвейера разрушение железобетона производится достаточно эффективно.

Отсеянные фракции размером менее 5 мм могут быть подвергнуты дополнительной механоактивации в конусных виброинерционных дробилках, после чего они приобретают вяжущие свойства и могут быть использованы для консолидации грунтов или получения закладочных смесей.

Переработка строительных отходов осуществляется в основном на дробильно-сортировочных установках. Щебень от дробления строительных отходов представляет собой рыхлосыпную смесь кусочков зернистого материала различной формы и различных фракций, которые затем на грохоте разделяются на две основные фракции: 0-40 мм и 40-150 мм.

В зависимости от исходного материала, поступившего на дробление, получают разные по своим прочностным характеристикам типы щебня.

На основе вторичного щебня допускается изготовление:

- бетонных смесей по ГОСТ 7473-94 «Смеси бетонные. Технические условия» для производства блоков стен подвалов по ГОСТ 13579-78 «Блоки бетонные для стен подвалов. Технические условия»;
- камней бетонных стеновых и других бетонных изделий;
- оснований дорожных покрытий, подстилающих слоев тротуаров и др.

Получаемый щебень имеет низкую цену и обладает всеми необходимыми свойствами для применения в вышеупомянутых целях.

В настоящее время появился интерес к повторному использованию бетона в строительном производстве. Ранее повторно использовалась лишь незначительная часть разрушаемого бетона, в основном в качестве подстилающего слоя (щебеночной подготовки) при возведении автомагистралей, прокладке железных дорог и устройстве временных площадок. В последнее время вторичный заполнитель из бетонолома получил более широкое применение: при устройстве щебеночных оснований под полы и фундаменты зданий, под асфальтобетонные покрытия дорог всех классов; в качестве крупного заполнителя в бетонах прочностью 5–20 МПа при производстве бетонных и железобетонных изделий; в качестве крупного заполнителя в бетонах прочностью до 30 МПа при смешивании с природным щебнем.

Осуществляется производство вторичного щебня пяти фракций с максимальной крупностью зерен до 75 мм. Основной объем выпускаемого щебня используется для устройства оснований административных зданий. В этом случае бетон на основе крупного вторичного заполнителя имеет себестоимость на 25 % ниже, чем бетон на природном щебне.

Отвалы горнодобывающих предприятий также представляют собой потенциальное сырье для производства инертных заполнителей (щебня) и могут быть переработаны по той же технологии, но без железоотделения.

Утилизация золошлаковых отходов. Золошлаковые отходы складировать в отвалы, что приводит к отчуждению значительных площадей земель. В результате пылеобразования и горения отвалов загрязняются прилегающие к ним местность и воздушный бассейн. Кроме того, при гидравлическом способе удаления золы и шлаков (а именно этот способ остается пока доминирующим на современных ТЭС) весьма значителен расход воды, загрязняемой в процессе удаления золы. Он составляет 30-40 м³/т отхода. Вода после контакта с золой имеет pH выше 10, содержит фтор, мышьяк и ванадий в концентрациях, превышающих предельно допустимые.

Можно выделить следующие направления использования золошлаковых отходов:

- в производстве бетона для замены части цемента и наполнителя;
- в производстве искусственных наполнителей типа глинозольного керамзита, зольного гравия, шлакогранулята, азурита, аглопоритового гравия;
- в производстве кирпича и шлакоблоков;
- в дорожном строительстве при отсыпке дорожного полотна, а также при обваловывании дамб.

Такие отходы строительства, как асфальт, применяют при строительстве дорожных покрытий, предварительно обработав термически при высокой температуре, позволяющей

расплавить смолистое вещество. Еще в случае потери вязкости или других качеств в асфальт добавляют специальные укрепляющие и бетонирующие вещества.

15.3. Утилизация отходов древесины

Основные направления использования древесных отходов — технические и энергетические цели.

На крупных деревообрабатывающих предприятиях и целлюлозно-бумажных комбинатах отходы, как правило, используются полностью в инфраструктуре самих предприятий для получения дополнительной продукции (разные виды прессованных плитных материалов) и в качестве топлива.

Использование отходов мелких предприятий на месте, как правило, не экономично, поскольку объем отходов недостаточен для организации устойчивого рентабельного производства. Решение проблемы использования отходов малых и средних предприятий заключается в кооперации и создании совместных технологических и энергетических предприятий, приближенных к источникам образования отходов.

Древесное сырье и отходы используют на различные цели (рис. 15.7).

Технологии утилизации отходов лесопиления и деревообработки. Кора деревьев является ценным сырьем для производства дубильных экстрактов и наполнителей при получении изоляционных плит, древесно-стружечных плит (ДСП), древесных пластиков, в гидролизном производстве (для получения этилового спирта).

Крупные отходы лесозаготовительных и деревообрабатывающих предприятий, такие как горбыль, хвосты горбылей и подгорбыльных досок, в больших объемах используются в шахтах и в качестве топлива; для производства щитов, паркета, ящичной тары, бочек.

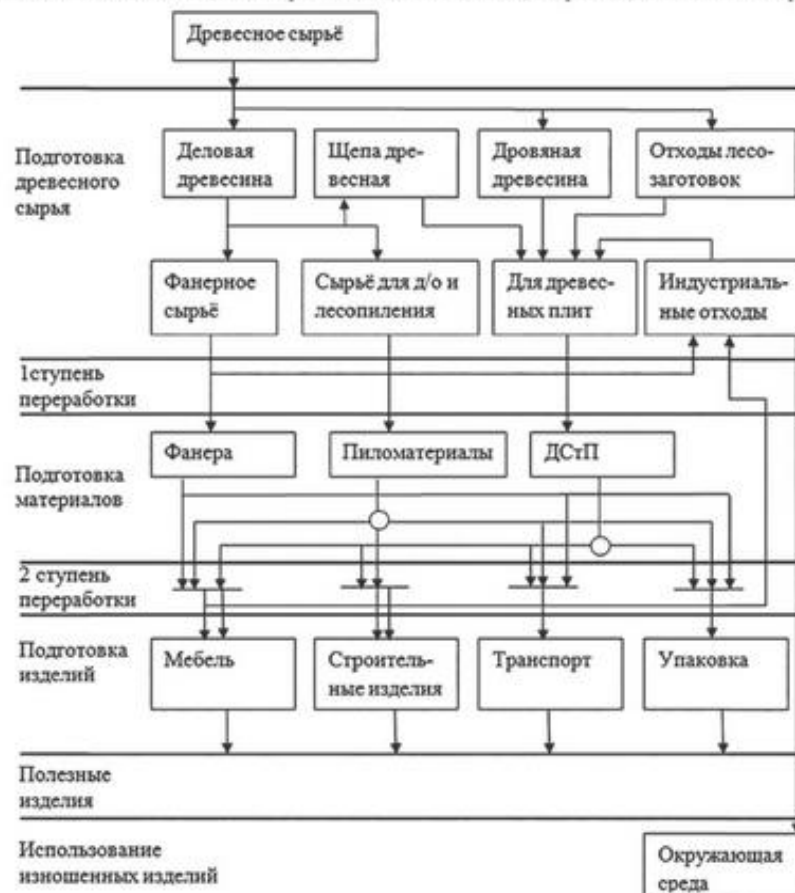


Рис. 15.7. Схема переработки и утилизации древесного сырья и отходов

Прочие древесные отходы используют:

- в мебельном производстве для изготовления комплектующих деталей;
- в строительстве (изготовление кровельных и теплоизоляционных материалов);
- в производстве ДСП и древесно-волоконистых плит (ДВП), прессованных столярно-строительных изделий;
- при доочистке сточных вод от нефти фильтрацией через древесную стружку;
- для изготовления игрушек, изделий пиротехники, корма для скота, в животноводстве как подстилку, в растениеводстве в качестве удобрения;
- для получения технологических продуктов в химической и целлюлозно-бумажной промышленности (щавелевая кислота, этиловый спирт, дрожжи, лигносульфонаты);
- для производства технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности из кусковых отходов лесопиления.

Отходы древесины могут использоваться непосредственно без предварительной обработки. Так, сосновая стружка является хорошим фильтрующим материалом и применяется для доочистки промышленных нефтесодержащих сточных вод в кассетных фильтрах отстойников. Сорбционная способность стружки по нефтепродуктам составляет 0,1г на 1г собственной массы. Кассетные фильтры могут загружаться стружкой как целиком, так и с добавлением других материалов: сипрона, керамзита и т. п.

Опилки используют в качестве подстилки для скота в животноводстве, очистки полов, в фильтрах для биохимической очистки стоков от нерастворимых смол и масел. Стоки, прошедшие через фильтры, загруженные опилками, в 2 раза чище прошедших через фильтры, загруженные углем.

Опилки применяются для производства пористого кирпича в промышленности стройматериалов (вводимые в качестве компонента в состав глины, опилки при обжиге сгорают и образуют отверстия и каналы), древесной муки, употребляемой в качестве наполнителя в производстве фенольных пластмасс, линолеума, взрывчатых веществ и пьезотермопластиков.

Чистые еловые опилки и стружки деревообрабатывающих цехов считают лучшим сырьем для изготовления древесной муки, употребляемой в качестве наполнителя в производстве фенольных пластмасс, линолеума, взрывчатых веществ и пьезотермопластиков.

Технологическую щепу, помимо изготовления древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит, используют в качестве сырья при производстве сульфитной и сульфатной целлюлозы, полуфабриката тарного картона, гидролизного спирта и кормовых дрожжей. Из опилок длиной не более 4 мм получают целлюлозу, соответствующую требованиям стандарта. Для получения волокна путем варки используют более крупные опилки.

Кусковые отходы используют при производстве продукции столярно-механических производств без обработки или с минимальной обработкой.

Для переработки кусковых отходов лесопиления и деревообработки в технологическую и топливную щепу выпускаются специальные рубильные машины и сортировочные сита (шредеры). Промышленные шредеры подходят для утилизации и переработки любых древесных отходов, а также для пластика (в том числе ПЭТ-бутылок), стекла и других материалов. Главное достоинство шредера для дерева — способность измельчать и перерабатывать древесные отходы с различными примесями, в том числе с гвоздями. Двухроторные и однороторные шредеры для дерева подходят для измельчения мелких и крупных древесных отходов, в том числе брусков. В результате образуются расщепленные кусочки древесины, которые после отсортировки примесей можно доизмельчить в щеподробительной машине.

В некоторых случаях кусковые отходы целесообразно передавать для переработки в качестве технологического сырья на другие предприятия или перерабатывать в щепу на месте с целью получения заводского топлива.

Отходы от переработки древесины можно применять при производстве технического углерода, используемого как сорбент при водоподготовке, а также в нефтегазодобывающей

промышленности. Распространенным является применение древесных опилок как средства, улучшающего структуру почвы, а также в качестве поглотителя масло- и нефтепродуктов при уборке территорий и помещений.

Значительную долю переработки хвойной древесной зелени как в России, так и за рубежом составляет производство эфирных масел. Из сосновых пней можно производить каанифоль, скипидар, древесную смолу, сосновые масла.

Использование отходов древесины в строительных смесях. Смеси на основе отходов древесины и различных вяжущих применяют при возведении стен жилых зданий и хозяйственных построек.

Арболит — экономичный и эффективный строительный бетон, получаемый на основе смеси цемента, органического заполнителя (стружки), химических добавок и воды. Изделия из арболита применяются для стен и теплоизоляции покрытий жилых, общественных и производственных зданий.

Термопорит — плиты различных форматов плотностью от 700 до 1300 кг/м³ применяются в качестве конструктивно-теплоизоляционного материала в каркасном строительстве.

Опилкобетон — конструктивно-теплоизоляционный бетон, в котором опилки и песок используются в качестве заполнителя, а цемент и известь — как вяжущее. Смеси можно использовать при изготовлении штучных блоков различных размеров для последующего возведения стен построек, а также непосредственной укладки в опалубку при возведении монолитных стен.

Гипсоопилочный бетон — блоки, применяемые для устройства стен в жилых, общественных и производственных зданиях (одноэтажные здания III и IV степени долговечности) с относительной влажностью воздуха не более 60 %. Для кладки стен из гипсоопилочных блоков используется смесь гипса и опилок в пропорции 1:3 по объему.

Термиз — теплоизоляционный материал на основе гашеной извести, опилок, цемента, суглинка. Применяется в строительстве в виде плит или монолита для утепления стен и кровли.

Порядок изготовления термиза следующий: в гашеную известь в виде теста добавляют цемент и предварительно измельченный сухой суглинок и тщательно перемешивают в течение 3-5 минут в растворомешалке. Затем в смесь добавляют увлажненные до 120-150% опилки и тщательно перемешивают. При укладке термиза монолитным способом применяют вибраторы.

Цементно-стружечная смесь или блоки на ее основе рекомендуются для устройства стен жилых и хозяйственных одноэтажных зданий. Для смеси применяется станочная стружка хвойных пород размером 10–50 мм (кроме лиственничной), влажностью не более 15 %, при этом не допускается содержание коры, опилок, гнили и загрязняющих веществ, которые должны отсеяться на сите с ячейками 10 мм.

Приготовление смеси: 15 % приготовленного в теплой воде цементного раствора заливают в смеситель вместе с расчетным количеством стружки, перемешивают в течение одной минуты, после чего загружают оставшиеся 85 % цемента и перемешивают до равномерной массы в течение двух минут. Смесь может быть использована для укладки в опалубку и изготовления стеновых блоков.

Ксилолит применяется в виде раствора или плит при устройстве полов в сухих помещениях жилых и общественных зданий, для отделки стен и потолков, лестничных ступеней, подоконников. Изготавливается на основе опилок, каустического магнетита и хлористого магния. Соотношение количества вяжущего вещества и древесных частиц — 1:2 или 1:4. Ксилолит негорюч, морозостоек, не боится ударов и способен выдерживать значительную нагрузку.

Утилизация отходов древесины в строительном производстве. Наиболее перспективным направлением переработки мягких отходов является изготовление на их основе древесных композиционных материалов (ДКМ), способных заменить массивную древесину.

Методом плоского прессования изготавливаются такие ДКМ, как стеновые панели, плинтусы, наличники, рамы для картин и фотографий различного профиля, мебельные

фасады для кухонь с любым профилем, части для кроватей, столов, стульев, внутренняя отделка для автомобилей, тарные ящики и многое другое.

Методом экструзии ДКМ получают различные погонажные изделия, которые применяются для изготовления оконных блоков, дверных коробок и в строительстве (как конструкционные элементы).

Одним из перспективных направлений является использование в качестве связующего для ДКМ распространенных синтетических полимеров-термопластов: полиэтилена низкого (ПЭНД) и высокого (ПЭВД) давления, полистирола, поливинилхлорида, разнообразных отходов их производства и переработки.

Технологический процесс изготовления панелей состоит из следующих операций: приготовления древесно-клеевой массы, формования панели на гидравлическом прессе и последующей обработки. Формование облицовочных панелей производится при давлении 4–10 МПа, температуре рабочих поверхностей пресс-форм 160–180 °С, продолжительности выдержки 150–300 секунд и толщине панели 4 мм.

Технология производства древесно-полимерных плит основана на использовании мягких древесных отходов (стружки, опилок, дробленки), отходов термопластичных полимеров (полиэтилена, полистирола, полипропилена, поливинилхлорида и др.) и отходов изделий из них. Технология включает в себя стадии измельчения отходов, их смешивания и последующего формования. Таким способом можно утилизировать отходы практически полностью. Мощность установки по исходному сырью — 250 т в год (170 т — древесных отходов, 80 т — полимерных отходов), или 50 тыс. м² плит в год.

В России разработаны новые высокоэффективные методы получения экологически чистых древесно-наполненных пластмасс (ЭДНП), исходным материалом для получения которых служат древесные опилки, стружка и другие отходы растительного происхождения, а в качестве полимерного связующего выступают термопласты (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид и др.) и их отходы. Изделия из ЭДНП обладают абсолютной экологической чистотой, высокими прочностными и эксплуатационными характеристиками, имеют низкое водопоглощение, биологически стойки (не разрушаются бактериями, грибом, термитами), хорошо поддаются механической обработке. Физико-механические и эксплуатационные показатели изделий из ЭДНП выше, чем из ДВП, ДСП, асбестовых плит, древесины. Разработанная технология получения ЭДНП позволяет использовать в композиции до 80–85 % древесных отходов. Технология переработки ЭДНП позволяет применять экструзию, прессование и литье, поэтому можно создавать изделия любой формы и конфигурации.

Из рассмотренных материалов могут быть получены ограждающие строительные конструкции и отделочные материалы, в том числе отделочная и мебельная доска, плинтусы, наличники, подоконные плиты, внутренние перегородки зданий, витражи, двери внутренние и наружные, элементы устройства пола и потолка и др.

Одним из основных методов переработки и утилизации чистых древесных отходов является получение искусственной древесины — прочного материала, который может обрабатываться резанием или отливаться в формы и штамповаться. Таким образом получают древесно-цементные массы, ДСП, ДВП, древесно-слоистые пластики.

Отходы древесины — обрезки, опилки, стружки, тара — могут быть использованы для производства технологической щепы и древесных плит (древесностружечных и древесноволокнистых), фанеры и картона. Значительную часть кусковых древесных отходов производства (отходы лесозаготовки, лесопиления и деревообработки) традиционно используют в производстве древесностружечных плит, а отходы бывшей в употреблении древесины (в основном деревянная тара) с добавлением минеральных вяжущих применяют для производства арболита. Один кубометр древесностружечных плит экономит 3,6 м³ деловой древесины, кубометр клееной фанеры — 5 м³, кубометр картона — 14 м³.

Древесно-стружечные плиты (ДСП) — древесные материалы, изготавливаемые горячим прессованием древесных частиц (древесной стружки) со связующим веществом

(например, мочевино- и фенолформальдегидными смолами). ДСП широко применяют в мебельной промышленности, строительстве и других областях.

Для производства древесно-стружечных плит (ДСП) используют технологическую и дровяную древесину, кусковые отходы лесопильно-деревообрабатывающего и фанерного производства, стружку и др.

Технология изготовления ДСП включает следующие этапы: сортировку сырья, измельчение его в стружку или щепу, сушку измельченной древесины, смешение со связующим, формирование стружечного ковра, разделывание его на пакеты, прессование, обрезку плит, охлаждение, сортировку и последующее складирование.

По способу прессования различают ДСП плоского прессования и экструзионные, т. е. получаемые выдавливанием. ДСП выпускают облицованными и не облицованными шпоном или синтетической пленкой.

Древесно-слоистые пластики — материал, получаемый горячим прессованием из древесного шпона, пропитанного синтетическими термореактивными смолами. Древесно-слоистые пластики обладают высокой прочностью на изгиб (150–300 МПа), твердостью и химической стойкостью, легко поддаются механической обработке. Из них изготавливают подшипники, зубчатые колеса, электроизолирующие прокладки и т. п. В строительстве их применяют в качестве конструкционного и облицовочного материала.

Древесно-волоконистые плиты (ДВП). Различают пять основных групп ДВП: изоляционные, изоляционно-отделочные, полутвердые, твердые и сверхтвердые.

ДВП применяют в строительстве для теплоизоляции кровли, стен, перекрытий, для отделки помещений, в мебельной промышленности и т. д.

Существуют два способа производства ДВП: «мокрый», без добавки связующего вещества, и «сухой», с добавлением 4–8 % синтетической смолы. Для повышения механической прочности, а также стойкости к влаге, огню, действию насекомых и микроорганизмов в состав плит вводят смолы, антисептики и другие вещества.

Для производства древесно-волоконистых плит (ДВП) применяют в основном отходы переработки древесины хвойных пород. Древесину (опилки, щепу, стружку и т. п.) измельчают механическим, термомеханическим или химико-механическим путем до тонкого волокна (рис. 15.8).

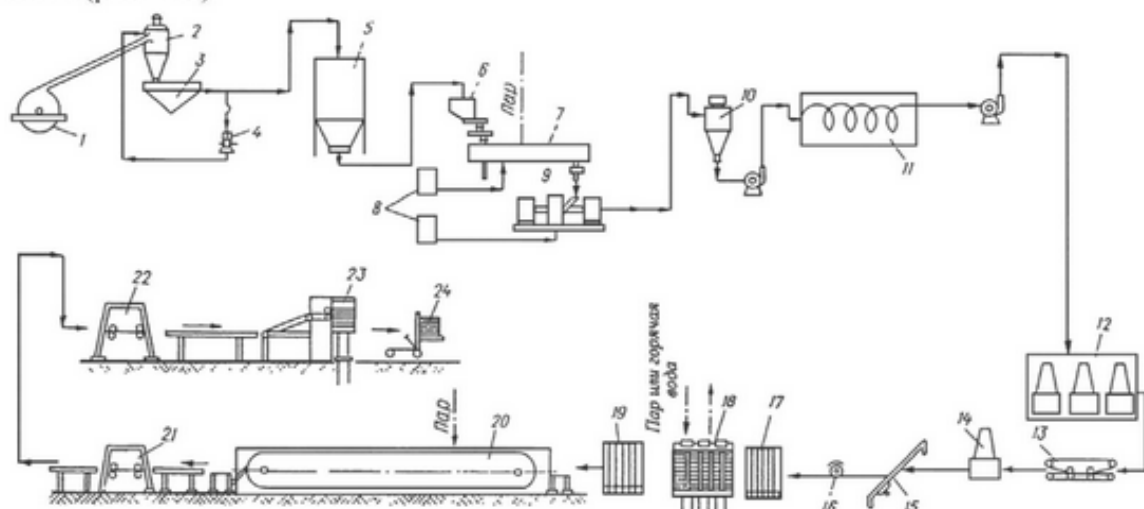


Рис. 15.8. Принципиальная схема производства ДВП сухим способом:

- 1 — рубильная машина; 2, 10 — циклон; 3 — щепосортировочная установка; 4 — дезинтегратор;
5, 6 — бункеры хранения и расхода щепы; 7 — пропарочный аппарат;
8 — расходные баки парафина и смолы; 9 — размольная установка; 11 — сушилка второй ступени;
12 — формирующая машина; 13 — ленточный пресс; 14 — формующая головка;
15, 16, 21, 22 — пила поперечной и продольной резки; 17, 19 — загрузочная этажерка;
18 — пресс; 20 — камера кондиционирования; 23 — накопитель плит; 24 — автопогрузчик

Стружку или щепу сушат, смешивают с синтетическим связующим и прессуют плиты при температуре 150°С. После отлива плиты сушат.

Получение экологически чистых дешевых строительных материалов, свободных от десорбирующих химических веществ типа фенолформальдегидных смол — одна из важных проблем строительного материаловедения.

Установлено, что используемые в мебельном производстве и жилищном строительстве материалы, такие как ДСП и ДВП, получаемые с использованием фенолформальдегидных смол, выделяют свободные фенол и формальдегид в дозах, в десятки раз превышающих предельно допустимые концентрации, и являются канцерогенно-опасными веществами. Поэтому необходимо разрабатывать альтернативные экологически чистые и дешевые отделочные материалы.

Одно из перспективных направлений использования древесных отходов — получение плит без использования полимерного связующего, так называемых пластитов. Пластиты можно использовать в строительстве, для устройства пола, встроенной мебели и других целей.

Технологический процесс производства пластитов состоит из подготовки, сушки и дозирования древесных частиц, формования ковра (пакета), холодной подпрессовки ковра (пакета), горячего прессования и охлаждения без снятия давления, обрезки кромок и кондиционирования (сушки) готовых плит.

Разработан ряд композиций плит, позволяющих использовать влагонепроницаемые отходы бумаги и картона, такие как, например, ламинированные отходы упаковки молока. Оборудование для производства таких плит выпускает отечественная промышленность.

Разработана технология производства бруса с использованием древесных отходов и бишофито-магнезиального связующего. Древесные отходы измельчают, смешивают со связующим, после чего брус получают экструзией на винтовом прессе. Мощность установки составляет от 4 до 15 тыс. м³ бруса в год. Достоинством технологии является простота и эффективность производства, недостатком — использование дорогостоящего магнезиального вяжущего.

Производство древесно-цементных масс. Важнейшим направлением рационального использования древесины в строительной индустрии является производство различных древесных бетонов, таких как арболит, фибролит, стружкобетон, опилкобетон, королит, костролит.

При их производстве древесная мука (размельченная до структуры муки древесина), опилки, стружки и т. п. скрепляются посредством каких-либо цементирующих или связывающих веществ. Так, смесь магнезиального цемента с опилками, мелкой стружкой, асбестом и другими компонентами дает ксилолит, смесь древесной ваты (продукт, вырабатываемый из хвои), костры крупных волокнистых растений и т. д. с магнезиальным цементом дает фибролит. Древесно-цементные массы изготавливаются в виде плит и употребляются, главным образом, в строительном деле.

Технология производства плит с использованием минеральных вяжущих (в основном цемента) — цементно-стружечных плит (ДСП) — заключается в подготовке древесных отходов, смешивании их с цементом, прессовании плит, выдержке последних, обрезке и складировании плит. Мощность производства составляет от 20 до 200 м² плит в сутки. Необходимая площадь для производства мощностью 200 м² плит в сутки составляет 9700 м², установленная электрическая мощность — 2460 кВт, расход воды — 17 000 м³, расход пара — 28 000 т в год, следовательно, данная технология является в достаточной степени материало- и энергоемкой. К ее достоинствам следует отнести и то, что получаемые плиты не содержат токсичных добавок.

Производство стеновых камней заключается в смешивании измельченных древесных отходов с минеральным вяжущим (гипс, цемент) и формировании стеновых блоков (200 x 200 x 400 мм) с их последующей выдержкой. В зависимости от степени прессования

при формировании и содержания связующего возможно либо получение материала с повышенными теплоизоляционными свойствами, но меньшей прочностью, либо материала более высокой прочности, но с худшими теплоизоляционными свойствами. Материал предназначен для малоэтажного строительства, кладки перегородок внутри помещений и т. д. Производительность таких установок колеблется в широких пределах от 300 до 10 000 м³ блоков в год.

Производство облицовочных плит на основе древесных отходов возможно с использованием минеральных связующих, без них и с применением термопластичных полимеров.

Технология прессования плит безсвязующего заключается в измельчении отходов, их сушке и последующем прессовании при температуре 180–220 °С. Получаемый материал отличается высокой плотностью. Основное направление использования таких плит — изготовление паркетных полов. Мощность производства — 15 тыс. м² плит в год. Необходимая производственная площадь — 100 м², установленная мощность — 150 кВт. Получаемые плиты нетоксичны, однако себестоимость их изготовления достаточно высока.

Массы, получаемые пьезометрической обработкой древесины (опилки, щепы, древесной муки и пр.). Древесину подвергают водному гидролизу, после чего прессуют в пресс-формах под давлением 50–80 МПа при температуре 200–250 °С. Из подобных материалов наиболее известен баркслант — твердая масса черного цвета с блестящей поверхностью. Выпускается в виде прессованных изделий (шкивы, ручки, панели, тормозные колодки и пр.).

Древесные опилки также применяются как вспучивающий материал в процессе производства керамзита — пористого материала ячеистого строения, получаемого из глинистых пород путем их вспучивания в специальном режиме обжига. Керамзит изготавливают в виде щебня или гравия и применяют при производстве легких бетонов, тепло- и звукоизоляционных засыпок.

Утилизация древесных отходов в качестве топливных ресурсов. В промышленности скапливается большое количество первичных и вторичных древесных отходов. Даже при высокой степени их использования всегда много остается некондиционных отходов, которые могут быть употреблены только на топливо.

По оценкам экспертов, в энергетических целях в России технически возможно ежегодно использовать до 800 млн. т древесной биомассы. Древесные отходы служат источником для получения тепловой и электрической энергии (простое сжигание, пиролиз, получение газогенераторного газа).

Основное направление энергетического использования древесных отходов в лесопромышленных предприятиях — прямое их сжигание в топках паровых и водогрейных котлов. Оно получило повсеместное распространение как в нашей стране, так и за рубежом.

Даже при использовании высококалорийных видов топлива (газа, мазута) в заводских топках использование древесных отходов в виде топлива по-прежнему актуально.

Проблему представляют некондиционные (в том числе загрязненные) древесные отходы. Один из способов использования таких отходов — в качестве топлива в котельных, работающих на неподготовленных древесных отходах, древесных брикетах или гранулах.

Мягкие отходы широко используют как дешевое древесное топливо в виде брикетов. Брикетирование применяют в качестве заводского топлива, а также для снабжения местного населения твердым топливом. Брикетирование и гранулирование древесных отходов облегчает транспортировку, делает сырье кондиционным и удобным в переработке, а также увеличивает теплоту сгорания за счет сушки.

Брикетирование сыпучей древесины достигается путем прессования со связующими веществами или без них. Более широко применяется брикетирование безсвязующих. Сыпучая древесина, занимающая значительное пространство, после брикетирования уменьшается в объеме в несколько раз, становится транспортабельной и удобной в обращении. Наиболее

часто брикетированию подвергают опилки. Для брикетирования щепы требуются более мощные прессы, чем для опилок.

Теплота сгорания хвойной древесины влажностью 37 % при брикетировании составляет 10 000 кДж/кг, влажностью 20-22% — 13 800 кДж/кг, опилок и стружки при 15% влажности — 15 000 кДж/кг, опилок при 12 % влажности — 15 500 кДж/кг.

Принцип энергохимического использования древесных отходов заключается в том, чтобы путем совмещенного с газификацией неполного их сжигания в генераторном процессе получать из древесины химические продукты и горючий газ для последующего использования в качестве топлива. Низшая теплота сгорания этого газа составляет 6400–7200 кДж/м³.

Для получения топливных брикетов древесные отходы измельчают до размеров 3–5 мм и менее, измельченный материал сушат и прессуют под давлением 50–100 атмосфер и при температуре до 200 °С (рис. 15.9).

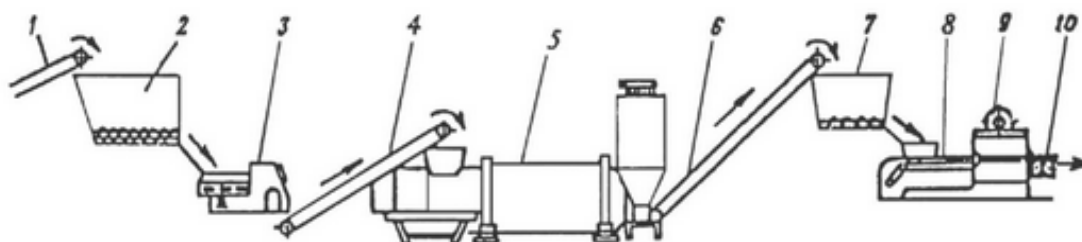


Рис. 15.9. Технологическая схема производства топливных брикетов:

1 — транспортер; 2 — бункер-дозатор; 3 — измельчитель; 4 — транспортер; 5 — сушилка;
6 — транспортер; 7 — бункер; 8 — питатель; 9 — пресс; 10 — транспортер

При этих условиях древесина переходит в пластифицированное состояние. Для прессования используют торфобрикетировочные, винтовые и поршневые прессы. Примерная мощность установки составляет 5000 т/год.

За рубежом брикетирование древесных отходов широко распространено, в России пока аналогичные производства весьма редки. Это направление перспективно с точки зрения возможности получения альтернативного вида топлива, пригодного для применения в небольших хозяйствах.

Технология утилизации древесно-растительных отходов. В городском хозяйстве при проведении ежегодных сезонных работ по уборке садов, парков и газонов образуется значительное количество древесно-растительных отходов: скошенная трава, опавшая листва, ветки от обрезки деревьев, а также древесина от валки деревьев.

По данным Московского лесопаркового территориального объединения «Мослесопарк», количество древесных отходов, образующихся при санитарной порубке и рубке ухода, только в Москве составляет более 15 млн. м³ скошенной травы и более Ю тыс. м³ опавшей листвы в год.

Известны способы, способствующие разложению древесно-растительных отходов с переработкой их в гумус, которые можно разбить на три группы: первая — физическое воздействие (измельчение, аэрация, увлажнение); вторая — химическое воздействие путем внесения органоминеральных добавок; третья — биологическое воздействие путем применения бактериальных добавок.

Один из простых и доступных методов переработки древесно-растительных отходов — метод компостирования их в штабелях на открытой площадке (полевой метод).

Полевое компостирование в штабелях проводят в естественных условиях на специально отведенных площадках, размеры и технологическое оборудование которых определяются составом и объемом отходов, подлежащих переработке. Схема технологического процесса переработки древесно-растительных отходов компостированием в штабелях на открытой площадке показана на рис. 15.10.



Рис. 15.10. Технологический процесс переработки древесно-растительных отходов

При переработке древесно-растительных отходов методом компостирования ежегодно можно получать полноценное органическое удобрение, использование которого в лесопарковом хозяйстве города значительно улучшает физико-химический состав почв.

Технология компостирования древесно-растительных отходов состоит в следующем.

Заготовленные мелкогабаритные древесные отходы направляются на участок измельчения. Отобранные и обрезанные по размеру малогабаритные древесные отходы подаются на участок измельчения. На участке установлена дробилка, осуществляющая измельчение отходов данного типа.

Сырье с площадок промежуточного складирования подается на участок приготовления компостируемой массы, где, соблюдая соотношения древесной и растительной частей, производится перемешивание отходов. Кроме того, на этой стадии технологического процесса осуществляют добавление в компостируемую массу необходимого количества минеральных удобрений.

Приготовленная в смесителе компостируемая масса подается на специально отведенную площадку, где производится ее укладка в штабели. Площадка, предназначенная для формирования штабелей, должна быть заранее подготовлена: на ней должны быть разведены воздухопроводы и осуществлена подсыпка из измельченных древесных отходов. Формирование каждого штабеля начинают с торцевой части с постепенным наращиванием длины. С целью предотвращения потерь тепла и влаги из компостируемой массы штабель по мере формирования необходимо накрывать по периметру слоем земли или готового компоста.

В процессе созревания компостируемой массы для поддержания жизнедеятельности микроорганизмов на оптимальном уровне и активизации биологических процессов технологией предусмотрено проведение дополнительных мероприятий: принудительная аэрация компостируемой массы в штабелях (в теплое время года без подогрева, в холодное — с подогревом воздуха); дополнительное увлажнение компостируемой массы на всех этапах переработки.

Созревшую массу просеивают, после чего кондиционный продукт направляют для использования, а отсев возвращают на компостирование.

15.4. Переработка и утилизация отходов из стекла и стеклобоя

Общий объем производства стекольной промышленности в Российской Федерации оценивается приблизительно около 13 млн. т в год.

Основные виды изделий из стекла:

- производство листового стекла;
- производство тарного стекла;
- производство сортового стекла;
- производство стекловолокна;
- специальное стекло.

Наибольшее количество стекла (свыше 50 %) в мире вырабатывается в виде листового стекла. В Российской Федерации объемы основных производств изделий из стекла представлены листовым стеклом — 3,2 млн. т и тарным стеклом — 6,7 млн. т.

К изделиям из строительного стекла относятся пустотелые стеклянные блоки, стеклопакеты, стеклопрофилит, стеклянные трубы, дверные полотна, стеклянные плитки, ситаллы и шлакоситаллы.

На сегодняшний день стекло является лучшим упаковочным материалом не только для продуктов питания, но и для лекарств, реагентов, различных напитков, соусов и пр. Однако отрицательной стороной этого материала является то, что он очень долго разлагается.

Период распада обыкновенной стеклянной бутылки составляет 1 000 000 лет.

Именно поэтому проблема масштабной и своевременной переработки этого материала и по сей день не теряет своей актуальности.

Преимущества утилизации стекла:

- стекло представляет собой на 100 % рециркулируемый материал — таким образом, после его переработки не остается побочных материалов, которые отрицательно влияют на окружающую среду;
- каждые 1 000 кг переработанных отходов экономят более 1 000 кг природных материалов, в том числе 200 кг известняка, около 180 кг соды и более 600 кг песка.

Каждые 10 % стеклобоя снижают расход газа на 3 %. То есть, если стекольщик будет использовать для производства своей продукции только стеклобой, то расход газа на изготовление продукции уменьшится на 30 %.

В нашей стране утилизация стекла ежегодно позволяет сохранить более 10 000 га земель, которые могли бы стать свалками.

Основным направлением утилизации стеклянного боя является возврат его в технологический процесс производства стекла. Использование 1 тыс. т стеклобоя в производстве стеклоизделий высвобождает 1,25 тыс. т кондиционного сырья.

В настоящее время основным потреблением стеклобоя является производство стеклотары, стекла и строительных материалов различного применения.

Применение стеклобоя в качестве возвратного сырья при производстве тарного стекла является доминирующим. Во всем мире стеклобой в основном используют для производства тары (банок, бутылок). Так, в Великобритании используют 15 % стеклобоя, в США — 20-30 %, в Венгрии — 20 %, в Чехии, Германии — 30 %, в Нидерландах — 40 %.

Во вторсырье стекла нуждаются предприятия, специализирующиеся на его производстве. На сегодняшний день в нашей стране работают более 120 производителей изделий из этого материала.

Технология переработки стекла осуществляется следующим образом: сначала стеклобой сортируется по цвету, извлекается мусор, различные механические примеси, отходы тщательно моются и дробятся.

Чаще всего сортировка осуществляется в ручном режиме, но порой используется и специальное оборудование.

Механические примеси извлекаются следующими способами:

- для извлечения металлических включений используется магнитный сепаратор;
- керамика, различные металлы и пр. выделяются из общей массы с помощью установок грохотов.

Также используются сепараторы по металлу и цвету — они отделяют примеси, содержащие определенные металлы, а также включения определенного цвета.

Период работы оборудования, используемого для переработки стеклоотходов, зависит от размеров боя, подающегося на вход, а также от размеров, которые должны получиться на выходе. Если на вход подается фракция размером около 300 миллиметров, а в результате должен получиться кусочек в 50 миллиметров, то процесс дробления состоит из нескольких шагов. Специалисты утверждают, что 7-8-кратное дробление является оптимальным.

Одним из главных направлений, в которых используют стеклобой, является изготовление тары (бутылок и банок). В этом случае к составу стекломассы выдвигаются минимально жесткие требования, что позволяет использовать различный по составу и цвету материал. При производстве стеклотары и промышленного листового стекла основным технологическим процессом является стекловарение. В современной технологии стекловарения наряду с использованием собственного боя, который образуется на отдельных стадиях производства изделий из стекла, применяется вторичный или привозной бой, поставляемый пунктами приема стеклотары, базами вторсырья.

При переработке стеклобоя выполняются следующие операции: магнитная сепарация крышек, пробок, банок, ручное удаление крупных включений, удаление кусков алюминия, бумаги с помощью пневматического отсоса, удаление включений цветных металлов путем индукционного распознавания. При необходимости стеклобой сортируют по цвету, полученный продукт подвергается измельчению для получения нужного размера частиц боя после дробления.

Стеклобой не требует дополнительных затрат на процесс стеклообразования. Его применение снижает температуру варки стекломассы, ускоряет технологический процесс.

Производство стеклянной тары с использованием стеклобоя подразделяется на три основные технологические операции: приготовление смеси шихты со стеклобоем, которая при плавлении образует стекло; плавление в специальных печах и выработка стеклянной тары. В состав шихты входят: кварцевый песок, кальцинированная сода, доломит, поташ; для обесцвечивания добавляются селен, оксид кобальта, сульфат натрия, селитра, AS_2O_3 , поваренная соль. Традиционно содержание стеклобоя в шихте составляет 10-30 %. Однородность стекла зависит от качества шихты и достигается предварительной сушкой и тонким измельчением входящих в ее состав материалов, для чего используются сушильные барабаны, дробилки и различного типа мельницы. С помощью весового дозирования шихты и стеклобоя обеспечивается заданное соотношение исходных материалов.

Стекломасса получается в специальных стекловаренных печах (рис. 15.11) при температуре 1430-1480 °С.

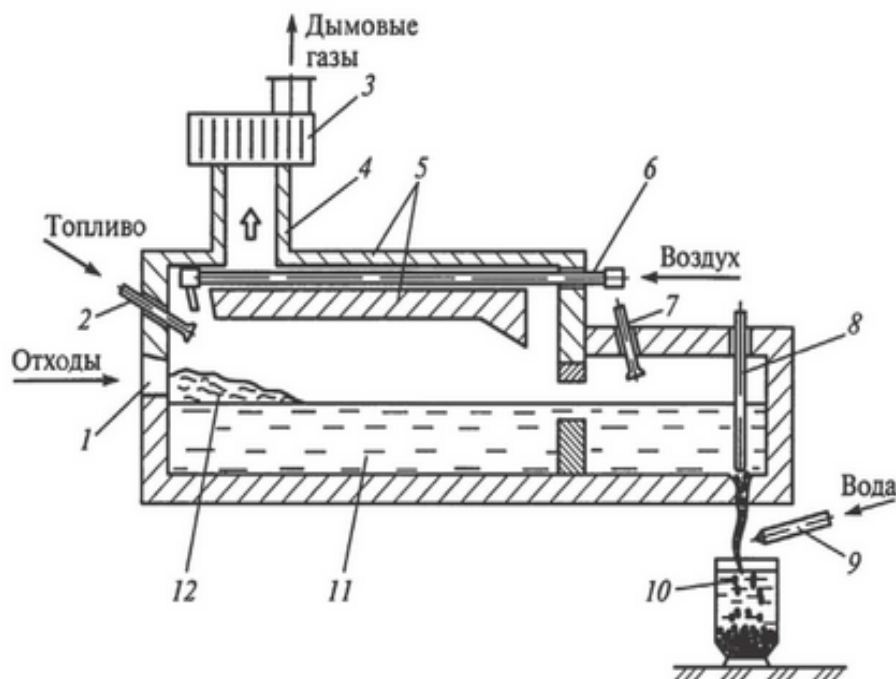


Рис. 15.11. Термический реактор-печь для переплавки стеклобоя и отходов стекловолокна:

1 — загрузочное окно; 2, 7, 9 — форсунки; 3 — фильтр; 4 — дымовая труба;
5 — двойной свод; 6 — узел подачи воздуха; 8 — питатель; 10 — гранулятор;
11 — стекломасса; 12 — отходы

На стекловаренных заводах по производству стеклотары используются различные технологические схемы, которые отличаются составом шихты, соотношением шихта/стеклобой, способом их помола и загрузки в печь, температурным режимом стекловарения, устройством варочных печей и способом формирования изделий, но при любом технологическом процессе использование стеклобоя необходимо.

Полученная в результате стекломасса применяется для производства материалов, использующихся в строительстве, стеклопакетов, стекол для окон, стеклоблоков, изоляционных материалов и других типов продукции.

В утилизации отходов стекла предпочтительнее использовать те технологии, которые не влияют отрицательно на состояние окружающей среды, а также не требуют больших энергетических затрат.

Способ рекуперации отходов стекловолокна путем их *механического измельчения* в сочетании с термообработкой при 450-830 °С в туннельной или барабанной печи и последующим резким охлаждением позволяет получить стеклопорошок с максимальным размером 0,8-1,0 мм.

Процесс предусматривает также использование вторичных материальных ресурсов (ВМР) в виде стеклобоя, оказывающего эффект дополнительного измельчения отходов (рис. 15.12), с последующим использованием полученных материалов в качестве сырья в стекловарении и в качестве добавки в бетон и асфальт.

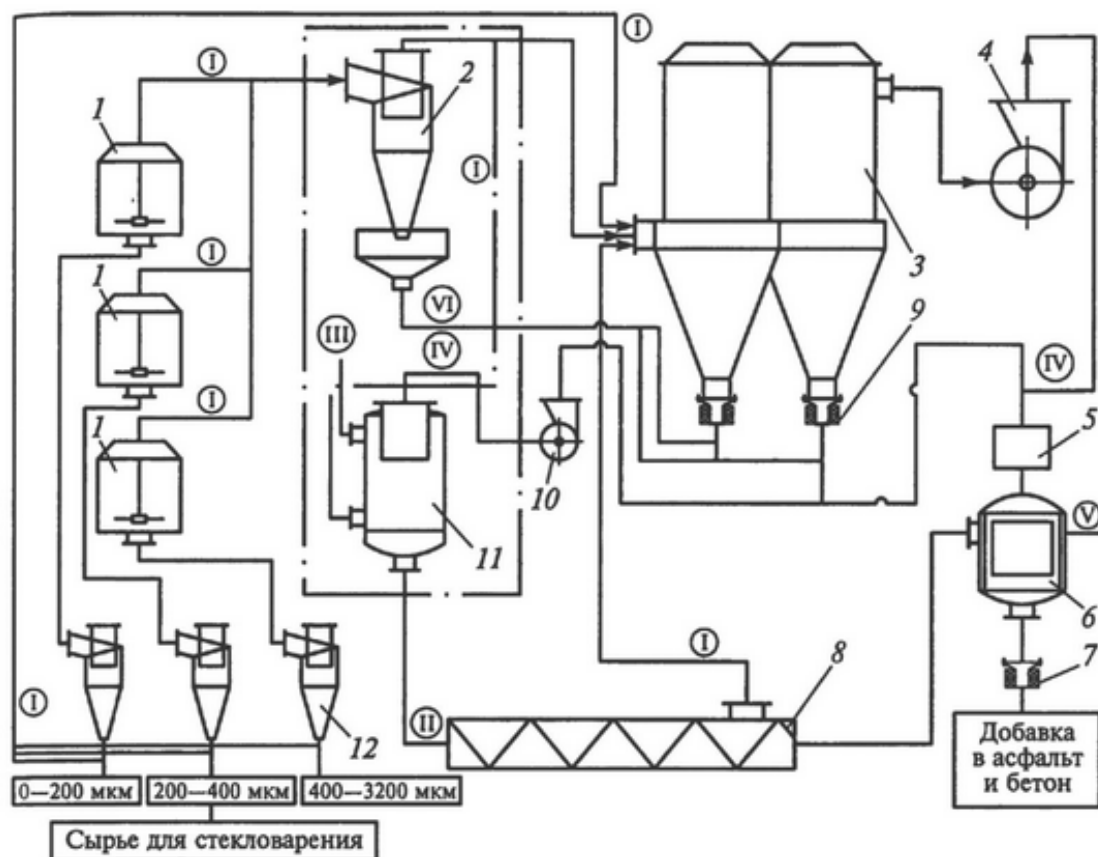


Рис. 15.12. Химико-технологическая схема механического измельчения стекляного боя:

- 1 — дробилки; 2 — циклон; 3 — рукавный фильтр; 4, 10 — вентиляторы; 5 — ресивер;
6 — сушилка; 7, 9 — вибрационные питатели; 8 — винтовой питатель; 11 — скруббер;
12 — циклоны-дозаторы. Расходные потоки: I — пыль стеклянная; II — шлам; III — вода;
IV — воздух; V — тепло; VI — отходы стекла

В промышленности строительных материалов все большее применение находят неорганические теплоизоляционные материалы с вовлечением стеклянного боя по энергосберегающей технологии. В строительстве широко используют теплоизоляционные материалы, выпускаемые на основе вспененной стекломассы. Такие материалы имеют высокие эксплуатационные характеристики: негорючи, нетоксичны, биостойки, обладают низкой теплопроводностью, водостойки, пароводонепроницаемы, безугадочны и долговечны.

Теплоизоляционные материалы на основе стекла используются для изоляции наружных стен, перекрытий, кровли, для утепления трубопроводов, тепловых и холодильных агрегатов, производства современных сэндвич-панелей, как легкий заполнитель бетона.

К таким материалам относятся пеностекло, пенокремнезит, пенобетон, перлитокремнезит, стеклопенокремнезит, пеностеклокристаллические материалы и др. — незаменимые материалы в современном строительстве.

Из порошка стеклянного боя с газообразователями спеканием при 800-900 °С получают один из наиболее эффективных теплоизоляционных материалов — пеностекло. Этот материал можно применять как теплоизоляционный для тепловых сетей при их бесканальной прокладке, в конструкциях холодильников, судах-рефрижераторах, химических фильтрах.

Производство теплоизоляционных материалов осуществляют обычно в два этапа: первый — переработка стеклобоя в теплоизоляционные гранулы, второй — превращение их в теплоизоляционный плитный материал.

На основе боя тарного и строительного стекла разработан новый вид пористого заполнителя — гранулированное пеностекло. Технологический процесс производства гранулированного пеностекла заключается в следующем. Стеклобой промывают, удаляют из него металлические включения, дробят до частиц, не превышающих 25 мм, а затем направляют на совместный помол и перемешивание с газообразователем и карбоксиметилцеллюлозой. Тонкомолотую сырьевую смесь увлажняют в двухвальном лопастном смесителе до влажности 10-12 % и гранулируют на тарельчатом грануляторе, куда дополнительно подают воду. Конечная влажность гранулируемой смеси 23-25 %. После грануляции окатыши поступают на вибросито, где происходит отделение гранул размером более 15 и менее 5 мм. Сырые сырьевые гранулы размером 5-15 мм ленточным питателем подаются в короткий вращающийся барабан для опудривания огнеупорным порошком. Опудренные сырьевые гранулы поступают на конвейерную ленточную сушилку, где происходит их сушка и упрочнение. Высушенные сырьевые гранулы тарельчатым питателем подаются во вращающуюся печь для вспенивания и обжига. Обжиг производится при температуре 750-800 °С и продолжительности пребывания гранул в печи 7-9 минут. Обожженные гранулы направляются в ленточно-сетчатую печь для отжига и охлаждения. Охлажденное гранулированное пеностекло загружается в бункер готовой продукции. При необходимости осуществляется фракционирование гранул на вибросите.

Важными направлениями утилизации отходов являются использование первичного и вторичного стеклобоя для получения декоративно-отделочных материалов, усовершенствование известных технологий и разработка новых видов строительных материалов, предназначенных для наружной и внутренней облицовки стен зданий и покрытий полов.

Благодаря своим эксплуатационным свойствам стеклокристаллические материалы очень востребованы в строительной индустрии. Во время их производства часто используются стеклобой и отходы стекла.

Впервые в нашей стране был создан и получен на основе стеклобоя новый вид облицовочного материала — стеклокремнезит строительного назначения. На ряде предприятий освоено производство декоративных материалов типа стеклокремнезита, получаемых на основе использования практически всех видов стеклобоя и кремнеземистых отходов промышленности. В отличие от других материалов, которые также применяются при отделке сооружений, стеклокристаллические материалы характеризуются долговечностью, практически нулевым водопоглощением, высокой прочностью и абразивоустойчивостью.

Была разработана технология подготовки стеклобоя, состоящего из отходов стекла, и его грануляции для введения в состав рабочих смесей декоративного и основного слоя, а также процесса спекания отходов стекла различного химического состава.

На основе стеклобоя разработана технология бесцементного стеклобетона, отличающегося высокой стойкостью к действию кислот и щелочей. Технология его получения включает помол сырья, приготовление сырьевой смеси, формование изделий и автоклавную обработку. В процессе автоклавной обработки таких бетонов образуется цементирующая связка, включающая низкоосновные щелочные гидросиликаты, низкотемпературный кварц и кристобалит.

Стеклобой может применяться с целью экономии дефицитных сырьевых материалов шихты в производстве штапельного тепло- и звукоизоляционного стекловолокна.

В смеси с пластичными глинами стекольный бой может служить основным компонентом керамических масс. Изделия из таких масс изготавливают по полусухой технологии, их отличает высокая механическая прочность. Введение стекольного боя в керамическую массу снижает температуру обжига и повышает производительность печей.