

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Пензенский государственный
университет архитектуры и строительства

В.С. Демьянова, Э.А. Овчаренков

Процессы и аппараты переработки твердых бытовых отходов

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов
направления 280200 «Защита окружающей среды»
специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды»

Пенза 2008

УДК 628. 4. 08 (075. 8)
ББК 30. 69 я73
Д30

Рецензент – кандидат технических наук,
профессор Ю.С. Кузнецов

Демьянова В.С.

Д30. **Процессы и аппараты переработки твердых бытовых отходов:**
Учебное пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования / В.С.
Демьянова, Э.А. Овчаренков. – Пенза: ПГУАС, 2007. – с. 80

Учебное пособие содержит основные положения по проектированию предприятий по сортировке и переработке твердых, в том числе бытовых отходов. В пособии приведены рекомендации по выбору вариантов технологического процесса переработки отходов, методика расчета их количества, а также представлены аппараты и оборудование для их переработки. Изложена последовательность выполнения курсового проекта.

Учебное пособие подготовлено на кафедре "Инженерная экология" и предназначено для выполнения курсового проекта по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» в рамках раздела «Техника и технология переработки и утилизации отходов» и выпускных квалификационных работ бакалавров и специалистов по направлению 280200 «Защита окружающей среды»

ISBN

© Пензенский государственный
университет архитектуры и
строительства.

© Демьянова В.С., Овчаренков Э.А.2008

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	
ВВЕДЕНИЕ	
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ	
1.1. Общие сведения об отходах.....	
1.2. Правовые основы в сфере обращения с отходами.....	
1.3. Основные процессы и аппараты по переработке твердых отходов	
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	
2.1. Состав и содержание курсового проекта.....	
2.2. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов.....	
2.2.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки твердых бытовых отходов.....	
2.2.2. Описание процесса переработки отходов.....	
2.2.3. Режим работы предприятия.....	
2.2.4. Расчет производительности по технологическим переделам.....	
2.2.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов.....	
2.2.6. Ведомость оборудования.....	
2.2.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах.....	
2.2.8. Оценка воздействия на окружающую среду.....	
3. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ АЭРОБНОГО БИОКОМПОСТИРОВАНИЯ	
3.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов.....	
3.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки твердых бытовых отходов.....	
3.1.2. Описание процесса переработки отходов.....	
3.1.3. Режим работы предприятия.....	
3.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам.....	
3.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов.....	
3.1.6. Ведомость оборудования.....	
3.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах.....	
3.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду.....	
4. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	
4.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов.....	
4.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки крупногабаритных бытовых отходов.....	
4.1.2. Описание процесса переработки.....	

4.1.3. Режим работы технологической линии по переработке крупногабаритных бытовых отходов.....	
4.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам.....	
4.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов.....	
4.1.6. Ведомость оборудования.....	
4.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах.....	
4.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду.....	
5. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОТРАБОТАВШЕЙ СВОЙ СРОК БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ.....	
5.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов.....	
5.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки.....	
5.1.2. Описание процесса переработки отходов.....	
5.1.3. Режим работы технологической линии по переработке отходов.....	
5.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам.....	
5.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов.....	
5.1.6. Ведомость оборудования.....	
5.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах.....	
5.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду.....	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ПРЕДИСЛОВИЕ

Курсовое и дипломное проектирование являются важной составной частью профессиональной подготовки инженеров-экологов направления 280200 «Защита окружающей среды» специальности 280202 «Инженерная защита окружающей среды».

Цель курсового проектирования – закрепить теоретический материал изучаемой дисциплины, привить студентам навыки аналитического мышления. Правильная и целесообразная постановка цели и задач курсового проекта позволяет студентам приобрести практические навыки, научить квалифицированно выполнять и обосновывать наиболее рациональные технические решения при выборе способа переработки отходов.

Выполнение дипломного проекта является обобщающим и заключительным этапом подготовки специалиста. Творчески используя проектные и нормативные материалы, студент при выполнении дипломного проекта, расширяет теоретические и практические навыки, самостоятельно разрабатывает наиболее прогрессивные технологические процессы и аппараты защиты окружающей среды. Все это способствует подготовке инженера-эколога к самостоятельной работе на производстве.

Настоящее пособие посвящено комплексу вопросов, связанных с разработкой и проектированием техники и технологии переработки твердых отходов, в том числе бытовых отходов, образующихся в результате жизнедеятельности человека.

Разработка техники и технологии переработки и использования отходов производства и потребления относится к числу наиболее сложных экологических проблем. За рубежом существует разветвленная сеть стандартов, жестко определяющих возможность переработки тех или иных отходов по той или иной технологии в зависимости от наличия в них конкретных токсичных компонентов. С этой целью производится комплексная предварительная экспериментальная оценка отходов для дальнейшей их переработки и использования в качестве вторичных материальных ресурсов (ВМР).

В России проблема комплексной переработки и использования отходов производства и потребления начала интенсивно рассматриваться с 1975 г. В настоящее время происходит накопление значительного научно-технического и хозяйственного опыта использования перспективных методов обращения с отходами.

В связи с этим задачей пособия является систематизация, закрепление и расширение знаний студентов в области техники и технологии переработки отходов, что позволит им самостоятельно решать инженерные задачи проектирования предприятий по сбору, сортировке и переработке отходов.

ВВЕДЕНИЕ

Твердые, в том числе бытовые отходы (ТБО), являются многотоннажными отходами, образующимися в результате жизнедеятельности людей. ТБО представляют собой смесь сложного морфологического состава. В составе бытовых отходов присутствует: бумага – до 25 %, стекло – до 10 %, полимеры – до 15 %, металлы – до 5 %. Из твердых бытовых отходов можно выделить, переработать и вторично использовать до 15 % вторичного сырья. Для регионов, не имеющих специализированных полигонов по обезвреживанию и захоронению отходов, а также мусоросортировочных заводов, создание сети предприятий по переработке отходов является решением части проблемы создания системы экологически безопасного обращения с отходами.

Проблема бытовых отходов в настоящее время становится все более актуальной по целому ряду причин:

- объемы бытовых отходов непрерывно возрастают как в абсолютном выражении, так и на душу населения;
- состав отходов усложняется, включая в себя все большее количество экологически опасных элементов;
- отношение населения с возрастающей экологической грамотностью к традиционным методам сбора мусора становится все более отрицательным;
- экономика управления отходами усложняется, стоимость утилизации отходов возрастает;
- возникновение новых технологий утилизации отходов, в том числе современных систем разделения, использование отходов как вторичного сырья для нового производства.

Для создания потенциала вторичных ресурсов на базе твердых бытовых отходов необходима система комплексного управления отходами, подкрепленная и обеспеченная законодательными актами, позволяющими заинтересовать в создании такой системы и ее результатах, как производителей, так и потребителей продукции вторичных ресурсов.

Решение проблемы обращения с бытовыми отходами является актуальной для каждого муниципального образования, поскольку затрагивает комплекс вопросов, связанных с необходимостью обеспечения нормальной жизнедеятельности населения, санитарной очистки территорий населенных пунктов, охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Основными направлениями по обеспечению комплексного управления твердыми бытовыми отходами являются:

- селективный покомпонентный сбор отходов у населения в местах образования с последующей доводкой продукции сбора на специализированных брикетирующих или тюкующих установках;
- селективный пофракционный сбор в местах образования «коммерческих отходов», образующихся в нежилых секторах населенных пунктов (рынки, магазины, учреждения) с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механизированной сортировки;

- сортировка на мусоросортировочных предприятиях.

Комплексное решение проблемы окажет положительный эффект на санитарно-эпидемиологическую обстановку на территориях муниципальных образований и позволит рационально использовать отходы, которые лишь в небольших количествах подвергаются вторичному использованию и в большей части вывозятся на полигоны ТБО.

Реализация системы управления твердыми бытовыми отходами на территориях муниципальных образований позволит:

- экономить средства местных бюджетов на захоронение отходов на полигонах;
- снизить плату за негативное воздействие на окружающую среду;
- сохранить экологическую систему поселений;
- создать новые рабочие места.

Экологическая эффективность реализации системы управления твердыми бытовыми отходами на территориях муниципальных образований заключается в следующем:

- в создании нормативно-правовой базы в сфере обращения с бытовыми отходами на всех уровнях управления;
- в уменьшении и локализации негативного воздействия отходов на окружающую среду;
- в сокращении отчуждения земель под полигоны ТБО;
- в экономии сырья и топливно-энергетических ресурсов за счет вовлечения отходов в хозяйственный оборот;
- во внедрении и создании рынка новых эффективных экологически безопасных технологий и оборудования по переработке и обезвреживанию отходов.

Социальный эффект заключается в снижении воздействия фактора загрязнения окружающей среды на здоровье населения и создании дополнительных рабочих мест в период строительства и эксплуатации объектов по переработке и обезвреживанию отходов.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

1.1. Общие сведения об отходах

Анализ и обработка статистических данных показывают, что в среднем на каждого жителя РФ вырабатывается (накапливается) до 15 т различных твердых отходов в год. Промышленные отходы составляют – 45%; отходы, образующиеся на очистных сооружениях систем водоснабжения и водоотведения – 31%; ТБО – около 17%; осадки ливневых очистных сооружений – около 4,8%; отходы от зеленого хозяйства города – около 2,17%; радиоактивные отходы – около 0,03%.

Высокий темп роста накопления твердых отходов объясняется невысокой степенью их утилизации. Так, степень утилизации инертных отходов, к которым относятся вскрышные породы, золы, отдельные виды строительных отходов и др. составляет примерно 25...30%. Уровень утилизации опасных отходов еще ниже – менее 20...25%.

Отходы представляют собой неоднородные по химическому составу, сложные поликомпонентные смеси веществ, обладающих разнообразными физико-механическими свойствами. Воздействие отходов на окружающую среду зависит от их качественного и количественного состава (рис.1.1). В связи с этим вопросы подготовки и переработки отходов производства и потребления приобретают особое значение. В отходы потребления входят изделия и материалы, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. К отходам потребления относят ТБО, образующиеся в результате жизнедеятельности людей.

Источниками образования твердых бытовых отходов являются:

- жилые индивидуальные и многоэтажные дома;
- хозяйственные учреждения, магазины, культурные заведения, предприятия общественного питания, гостиницы, бензоколонки;
- коммунальные службы (снос и строительство зданий, уборка улиц, зеленое строительство, парки, пляжи);
- учреждения (вузы, школы, дошкольные учреждения, больницы, тюрьмы).

Наиболее сложной задачей является утилизация ТБО, образующихся в жилых и общественных зданиях в результате жизнедеятельности населения. Примерный состав отходов, образующихся в жилых и общественных зданиях в крупных городах, приведен на рис. 1.2.



Рис. 1.1. Виды воздействия полигонов и свалок ТБО на окружающую природную среду

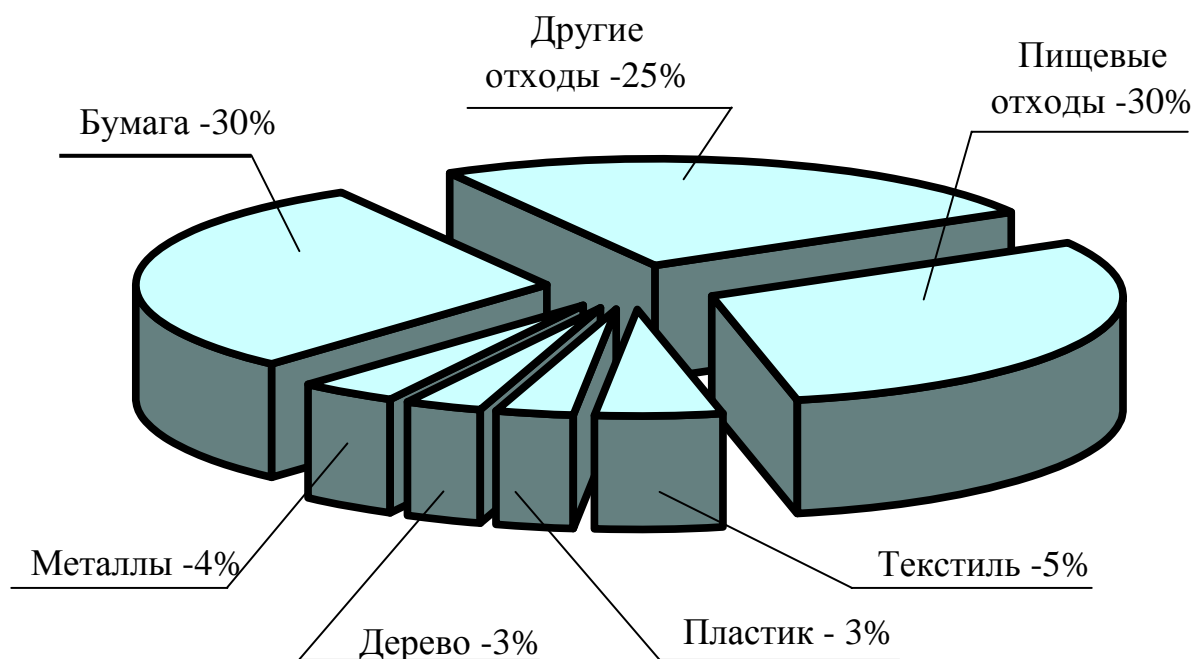


Рис. 1.2. Примерный состав ТБО, образующихся в жилых и общественных зданиях

Объемы накопления ТБО и их морфологический состав разнообразны и зависят от экономических условий региона, климатических зон, времени года и многих других факторов (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Состав твердых бытовых отходов России и США

№ п/п	Компоненты ТБО	Содержание (% по массе)	
		Россия	США
1	2	3	4
1.	Бумага, картон	20,85	40
2.	Пластмасса	6,5	8,0
3.	Пищевые отходы	46,55	7,4
4.	Дерево	2,15	3,6
5.	Металл черный	1,8	6,5
6.	Металл цветной	0,35	2
7.	Кости	1,2	1,0
8.	Кожа, резина	0,35	2,5
9.	Текстиль	3,2	2,1
10.	Стекло	4,75	6,0
11.	Камни, керамика	0,85	1,9
12.	Другое	11,49	19

Изменение морфологического состава ТБО в зависимости от климатических зон для условий России приведено в табл. 1.2.

Таблица 1.2

Морфологический состав ТБО различных климатических зон

Компонент	Компонентный состав ТБО по климатическим зонам, %		
	Средняя	Южная	Северная
Пищевые отходы	35...45	40...49	32...39
Бумага, картон	32...35	22...30	26...35
Дерево	1...2	1...2	2...5
Черный металлолом	3...4	2...3	3...4
Цветной металлолом	0,5...1,5	0,5...1,5	0,5...1,5
Текстиль	3...5	3...5	4...6
Кости	1...2	1...2	1...2
Стекло	2...3	2...3	4...6
Кожа, резина	0,5...1	1	2...3
Пластмасса	3...4	3...6	3...4
Прочее	1...2	3...4	1...2
Отсев	5...7	6...8	4...6

Средняя зона охватывает такие области как Московская, Костромская, Рязанская, Тамбовская, Пензенская, Липецкая, Воронежская. Южная зона включает Ростовскую область, Краснодарский край, Астраханскую и Волгоградскую области. К северной зоне относятся Мурманская, Архангельская, Вологодская области. В качестве примера, на территории Пензенской области (по состоянию на 1. 01.2007г.) накоплено 1978 тысяч тонн отходов, из них 27,4 % - бытовые отходы, при этом перерабатывается всего лишь 0,36 %.

В развитых странах образуется от 0,365 до 1,1 т ТБО в год на душу населения. В Москве норма накопления ТБО составляет 1м³, или 0,25 т, а в среднем по России – 0,195 т на 1 человека в год.

Раздельный сбор отходов осуществляется, в основном, в организациях и на предприятиях городской местности. Неиспользуемые отходы – это сотни тысяч тонн выведенных из хозяйственного оборота безвозвратно теряемых материальных ресурсов, многими видами которых регионы не располагают.

В ряде городов и районов полигоны ТБО не соответствуют требованиям СанПиН 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для ТБО». Основными нарушениями являются: отсутствие подъездных дорог с твердым покрытием, дезинфицирующих ванн, складирование мусора без обустройства изоляционных слоев, отсутствие контрольных скважин за качеством грунтовых вод. На территориях городов и населенных пунктов растет количество несанкционированных свалок мусора и бытовых отходов, что приводит к загрязнению почвы, грунтовых вод, атмосферного воздуха. Стихийные свалки

мусора образуются также около территорий дачных поселков, садоводческих обществ, гаражных кооперативов. При этом зачастую вместо вывоза мусора на полигоны практикуется сжигание отходов.

На технологию и организацию сбора, транспортировку и параметры оборудования мусороперерабатывающих заводов большое влияние оказывает фракционный состав ТБО - процентное содержание массы компонентов, проходящих через сита с ячейками различного размера (табл. 1.3). Для размещения ТБО ежегодно отводится около 10 тыс. га вполне пригодных для других целей земель, особо ценных тем, что они располагаются вблизи городов и могли бы использоваться под сады и огороды, загородные дома отдыха и т.п. В то же время, в среднем из одной тонны отходов можно получить около 410 кг компоста, 50 кг первого отсева грубых элементов и металлолома, 250 кг второго отсева (стекло, ткань, древесина, пластмасса). Около 70 % всех отсевов можно использовать для выработки тепла.

Таблица 1.3

Ориентировочный морфологический и фракционный состав ТБО

Компонент	Фракционный состав ТБО, %				
	Размер фракций, мм				
	более 250	150...250	100...150	50...100	менее 50
1	2	3	4	5	6
Пищевые отходы	-	0...1	2...10	7...12,6	17...21
Картон, бумага	1...3	3...5	6...8	4...6	2...4
Дерево	0,4	0,3	0,35	0,5	0...0,6
Металл	-	0...0,3	0,3...0,55	0,6...0,8	0,3...0,5
Текстиль	0,2...0,4	0,7...0,9	0,3...0,5	0,2...0,4	0...0,9
Кости	-	-	-	0,3...0,5	0,5...0,7
Стекло	-	0...0,3	0,3...1	1...2	1...1,45
Кожа, резина	-	0...0,1	0,05...0,1	0,1...0,15	-
Пластмасса	0...0,2	0,5...1	1...2	1...2	0,2...1,3
Отсев	-	-	-	-	4...6
Другое	0,5...2	2...4	1...2	0,5...1	1...3,34

Примечание: в табл. 1.3. не вошли сведения о крупногабаритных отходах (мебель, холодильники, обрезки деревьев, крупная упаковочная тара и т.п.), т.е. ТБО, не вмещающиеся в стандартные (0,75 м³) контейнеры и собираемые отдельно.

Таким образом, главным и наиболее рациональным направлением в устранении многих видов отходов является их утилизация – использование как «утильного» (вторичного) сырья в производстве различных материалов. В связи с этим необходима разработка совершенных и наиболее эффективных методов переработки различных видов отходов. В общем случае это экономически выгодно, т.к. при этом по сравнению с использованием традиционного природного сырья исключаются затраты на геологоразведочные работы, на

строительство и эксплуатацию карьеров, снижается себестоимость продукции и, вместе с этим, решаются экологические проблемы.

При решении вопросов переработки отходов в готовую продукцию к числу главных (зачастую, еще нерешенных) проблем относят следующие:

- достоверность определения количества и запасов основных видов отходов и содержащихся в них компонентов;
- недостаточная изученность технологических свойств отходов для их рационального использования;
- отсутствие достаточно эффективных экономических стимулов для переработки и утилизации накопленных отходов;
- недоработка вопросов ценообразования на вторичное сырье;
- отсутствие должного государственного экологического учета и контроля образования отходов производства и их использования, организации отвалов и свалок, оценки ущерба окружающей среде, прогноза развития ситуации в этой области и др.

Кроме того, наличие в твердых бытовых отходах быстро разлагающихся органических соединений, болезнетворных бактерий обуславливает необходимость быстрее удаления отходов из населенных пунктов и их обезвреживание.

Применяемая в настоящее время традиционная схема сбора отходов требует кардинального изменения. Во всем мире важнейшим эффективным направлением в области обращения с ТБО является организация отдельного сбора утильных компонентов ТБО и их сортировка. Финансовые вложения в решение проблемы бытовых отходов должны быть ориентированы на создание наиболее прогрессивной модели управления отходами на основании научно-обоснованной стратегии управления ТБО.

Принципиально возможны три взаимодополняющих направления сепарации ТБО:

- селективный покомпонентный сбор отходов у населения в местах образования с последующей доводкой продукции сбора на специализированных брикетирующих или тюкующих установках;
- селективный пофракционный сбор в местах образования «коммерческих отходов», образующихся в нежилых секторах населенных пунктов (рынки, магазины, учреждения) с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механизированной сортировки;
- сортировка на мусоросортировочных предприятиях.

Для регионов, не имеющих специализированных полигонов по обезвреживанию и захоронению отходов и мусоросортировочных заводов, создание сети предприятий по переработке отходов является решением части проблемы создания системы экологически безопасного обращения с отходами.

1.2. Правовые основы в сфере обращения с отходами

Обращение с отходами включает следующие общие элементы деятельности:

- предупреждение образования отходов;

- документирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления;
- организацию и контроль за процессами сбора, сортировки, обезвреживания, транспортирования, размещения, хранения отходов;
- организацию и контроль процессов утилизации инертных отходов;
- организацию и контроль процессов удаления опасных отходов;
- обязательный надзор за трансграничными перемещениями отходов, местами их удаления и процессами безопасной ликвидации отходов на этапах их технологического цикла;
- информатизацию процессов обращения с отходами;
- обеспечение безопасности обращения с отходами по ГОСТ 12.0.00, и ГОСТ 30774.

Деятельность в сфере управления отходами регламентируется Федеральным законом «Об отходах производства и потребления».

Федеральный закон определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую природную среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья.

Федеральный закон состоит из нескольких статей и включает правовое регулирование в области обращения с отходами; основные принципы государственной политики и полномочия Федеральных органов Российской Федерации и субъектов Российской Федерации в области обращения с отходами; лицензирование деятельности по обращению с опасными отходами на территориях городских и других поселений; нормирование, учет и отчетность в области обращения с отходами; основные принципы экономического регулирования в области обращения отходами; государственный, производственный и общественный контроль за деятельностью в области обращения с отходами, а также виды ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами.

Основными принципами государственной политики в области обращения с отходами являются:

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

- участие в международном сотрудничестве Российской Федерации в области обращения с отходами.

Практика управления отходами выявила необходимость использования ряда специфических понятий и определений с целью обращения с отходами. Рассмотрим некоторые из них. К основным видам деятельности с отходами относятся:

обращение с отходами – деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов;

размещение отходов – хранение и захоронение отходов. В свою очередь:

хранение отходов – содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания и использования;

захоронение отходов – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую природную среду;

использование отходов – предусматривает применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии;

обезвреживание отходов – обработка отходов, в том числе их сжигание и обеззараживание на специализированных установках, в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду.

Основными принципами экономического регулирования в области обращения с отходами являются:

- уменьшение количества отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот;
- платность размещения отходов;
- экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами.

Для осуществления этих принципов разрабатываются федеральные и региональные целевые программы, в которых намечены меры по уменьшению количества отходов, их использованию, обезвреживанию и размещению с учетом состояния окружающей природной среды и уровня социально-экономического развития территорий. Плата за размещение отходов устанавливается по дифференцированным ставкам, установленным с учетом экологической обстановки на соответствующих территориях и на основании базовых нормативов, определяемых Правительством Российской Федерации. Экономическое стимулирование осуществляется посредством понижения размера платы за размещение отходов тем производителям, которые внедряют технологии, обеспечивающие уменьшение количества отходов. Возможно также для них применение ускоренной амортизации основных производственных фондов.

В соответствии с законом «Об отходах производства и потребления» основными операциями по обращению с отходами промышленности являются следующие:

• **сбор отходов** – удаление отходов из мест образования и накопления с целью последующего их использования;

- **заготовка отходов** – осуществление сбора, закупки, предварительной обработки и накопления отходов специализированными заготовительными организациями;

- **переработка отходов** – механическое, физико-химическое (в том числе термическое) или биологическое преобразование отходов в полезные составляющие, пригодные для повторного использования.

Весьма важной является начальная стадия – первичная обработка отходов, на которой организуются следующие операции:

- сепарация промышленных отходов для выделения ценных компонентов, которые могут быть возвращены в данное производство;

- классификация отходов с разделением их по видам, фракциям, маркам, составу, состоянию и т.п.;

- концентрирование и накопление отходов по видам;

- надлежащее хранение некоторого запаса отходов;

- физико-химическая обработка: тонкий помол (для усреднения по составу и повышения химической активности), термообработка (до температур дегидратации, декарбонизации, выгорания органической части, пиролиза и т.п.), грануляция (быстрое охлаждение расплавов для аморфизации структуры и раздробления на гранулы), растворение (частичное или полное), кристаллизация и т.п.;

- биохимическая обработка органических отходов: компостирование, окисление, разложение и т.п.

Политика Европейского Союза по обращению с отходами изложена в его стратегии «Управление отходами» и воплощена в Рамочной директиве по отходам (75/442/ЕЕС) и дополняющей ее Директиве по опасным отходам (91/689/ЕЕС), а также в Правиле о перевозках отходов (259/93).

Политика Европейского Союза включает четыре взаимосогласованных принципа для управления отходами:

- **предотвращение образования отходов и сокращение их вредности.**

Если это невозможно, отходы должны многократно использоваться, перерабатываться или использоваться как источник энергии. В конце обращения отходы нужно безопасно удалить (например, сжечь или направить на специальные полигоны для захоронения);

- **достижение автономности обращения с отходами.** Отходы, произведенные в пределах ЕС, которые не могут рециркулироваться или использоваться для получения топлива, должны перерабатываться и удаляться в пределах границ государств-членов либо границ ЕС;

- **приближение объектов переработки или удаления отходов к источнику их образования;**

- **ответственность производителя, который должен учитывать весь жизненный цикл продукции** (ее веществ. компонентов), пока она не станет отходом.

В некоторых случаях производство отдельных видов продукции из вторичного сырья (отходов) значительно проще и дешевле, чем из первичного природного сырья. Например, энергоемкость производства алюминия из вторичного сырья почти в 20 раз, а стали – в 10 раз ниже, чем из природных руд.

Зачастую и капитальные вложения в переработку вторичного сырья в 3...4 раза ниже, чем при переработке первичного.

1.3. Основные процессы и аппараты по переработке твердых отходов

В мировой практике известны более 20 методов обезвреживания, переработки и утилизации твердых отходов. Методы обезвреживания и переработки отходов до конечной цели можно разделить на **ликвидационные** (решающие в основном санитарно-гигиенические задачи) и **утилизационные** (решающие как санитарно-гигиенические, так и задачи использования вторичных материальных ресурсов).

Переработка отходов – технологическая операция или совокупность технологических операций, в результате которых из отходов производится один или несколько видов товарной продукции.

Утилизация отходов – более широкое понятие, чем переработка, так как включает все виды их использования, в том числе в качестве топлива для получения тепла и энергии, а также для полива земель в сельском хозяйстве, закладки выработанного горного пространства и т.д.

Обезвреживание отходов – технологическая операция или совокупность операций, в результате которых первичное токсическое вещество или группа веществ превращается в нейтральные нетоксичные и неразлагающиеся соединения.

Централизованная переработка отходов представляет собой совокупность операций по сбору, транспортированию и переработке отходов на специализированном производственном участке.

Локальная переработка отходов представляет собой совокупность операций по переработке отходов, осуществляемых в зоне действия производственной установки, на которой образуются отходы.

Выбор технологии обезвреживания отходов зависит от состава и свойств ТБО, а также факторов, среди которых определяющими должны быть охрана окружающей среды и здоровья населения, экономическая целесообразность.

По технологическому принципу методы переработки твердых отходов подразделяются на **механические, биологические, химические термические и смешанные** (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Классификация методов переработки твердых бытовых отходов

К механическим методам относятся: дробление, измельчение, истирание.

К биологическим – окисление в аэротенках, окисление в биофильтрах, аэробное биотермическое компостирование и т.д.

К химическим методам относятся – методы преобразования отходов под воздействием химических компонентов.

К термическим методам относят – сжигание, пиролиз некомпостируемых фракций, слоевое сжигание неподготовленных отходов и др.

Ниже приведено краткое описание методов переработки отходов.

Механические методы. Утилизация промышленных отходов связана с необходимостью либо их разделения на компоненты с последующей переработкой сепарированных материалов различными методами, либо придания им определенного вида. Для многих твердых промышленных отходов, утилизация которых не связана с необходимостью проведения фазовых превращений или воздействия химических реагентов, но которые не могут быть использованы непосредственно, применяются в основном механические методы подготовки, такие как измельчение. Обычно грубое измельчение называют дроблением, тонкое и сверхтонкое – помолом.

По размеру кусков исходного отхода и конечного продукта процесс измельчения условно подразделяется на несколько классов, исходя из которых производится выбор оборудования (табл.1.4).

Таблица 1.4

Классификация методов измельчения

Класс измельчения	Размер кусков до измельчения, мм	Размер кусков после измельчения, мм
Дробление: – крупное – среднее – мелкое	1000 250 20	250 20 1...5
Помол: – грубый – средний – тонкий – коллоидный	1...5 0,1...0,04 0,1...0,02 <0,1	0,1...0,04 0,005...0,015 0,001...0,005 <0,001

Измельчение. Измельчение твердых промышленных отходов и разделение их по крупности на фракции является одним из основных процессов подготовки отходов к утилизации и имеет важнейшее значение для обеспечения высокого качества готового продукта. Технология измельчения включает круг вопросов и проблем, связанных с исследованием путей и возможностей совершенствования существующих и создания новых процессов измельчения и соответствующих этим процессам аппаратов - измельчителей. Целью таких исследований является снижение стоимости измельчения, уменьшение удельных затрат энергии, износа и металлоемкости измельчителей, увеличение их долговечности и удобства эксплуатации. Учитывая, что стоимость основной массы сырья для производства готовой продукции сравнительно высока, технико-экономический фактор играет особую роль в теории измельчения.

Главной из перечисленных задач является необходимость получения измельченного отхода, удовлетворяющего следующим требованиям: а) получение продукта заданного зернового состава; б) требуемая удельная поверхность; в) оптимальная конфигурация зерен; г) необходимая прочность.

Измельчение материалов производится несколькими методами – раздавливанием, раскалыванием, ударом, изломом и истиранием (рис. 1.4).

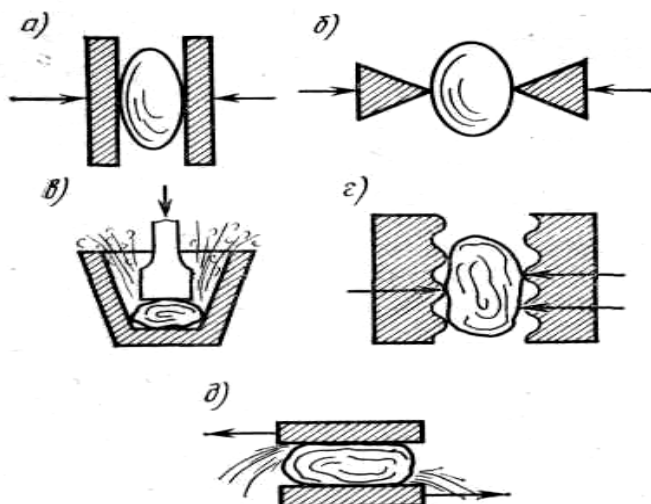


Рис. 1.4. Методы измельчения: а – раздавливание; б – раскалывание; в – удар; г – излом; д – истирание

Раздавливание материала наступает после перехода напряжений за предел прочности на сжатие.

Раскалывание кусков происходит в результате их расклинивания и последующего разрыва вследствие возникновения в них напряжений от растяжения.

Ударное дробление – результат действия динамических нагрузок с возникновением в материале сжимающих, растягивающих, изгибающих и сдвиговых напряжений.

Излом куска происходит в результате его изгиба.

При **истирании** внешние слои куска подвергаются деформации сдвига и постепенно срезаются скользящими рабочими поверхностями измельчителя вследствие перехода касательных напряжений за пределы прочности.

В зависимости от физико-механических свойств материалов выбирают следующие методы измельчения (табл. 1.5).

Таблица 1.5

Методы измельчения отходов	
Материал	Метод переработки
1	2
Прочный и хрупкий	Раздавливание, удар, излом
Прочный и вязкий	Раздавливание, истирание

1	2
Хрупкий, средней прочности	Удар, раскалывание, истирание
Вязкий, средней прочности	Истирание, удар, раскалывание

Существуют различные схемы измельчителей (рис. 1.5).

Процесс измельчения используют для получения из кусковых отходов зерновых и мелкодисперсных фракций крупностью менее 5 мм. При переработке твердых отходов используют агрегаты грубого и тонкого измельчения: стержневые, шаровые и ножевые мельницы, дезинтеграторы, дисковые и кольцевые мельницы, бегуны. В качестве несущей среды при сухом измельчении чаще всего применяют воздух, реже дымовые или инертные газы, а при мокром - воду. Измельчение отходов пластмасс и резиновых технических изделий проводят при низких температурах (криогенное измельчение).

Работа A , затраченная при дроблении или измельчении на разрушение исходного материала, прямо пропорциональна вновь образованной поверхности F :

$$A = k_1 \Delta F, \quad (1.1)$$

где k_1 – коэффициент пропорциональности;

ΔF – приращение поверхности.

Степень дробления i выражает отношение размеров кусков подлежащего дроблению d_H и кусков раздробленного материала d_K :

$$i = d_H / d_K. \quad (1.2)$$

Работа внутренних сил упругости при отсутствии потерь равна работе внешних сил, вызвавших упругую деформацию тела:

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E}, \quad (1.3)$$

где σ - напряжение, возникающее при деформации;

V - объем деформированного тела;

E - модуль упругости (модуль Юнга).

Работа измельчения одного куска размером D равна

$$A = k_2 D^3, \quad (1.4)$$

где k_2 - коэффициент пропорциональности.

В обобщенном виде работа, затрачиваемая на деформацию разрушаемых кусков и образование новых поверхностей, равна

$$A = \gamma \Delta V + \sigma \Delta F, \quad (1.5)$$

где γ, σ - коэффициенты пропорциональности;

ΔV – деформированный объем;

ΔF – вновь образованная поверхность.

В чистом виде работа при дроблении пропорциональна среднегеометрическому между объемом V и вновь обнаженной (образованной) поверхностью S :

$$A = k_B (VS), \quad (1.6)$$

где k_B - коэффициент Бонда.

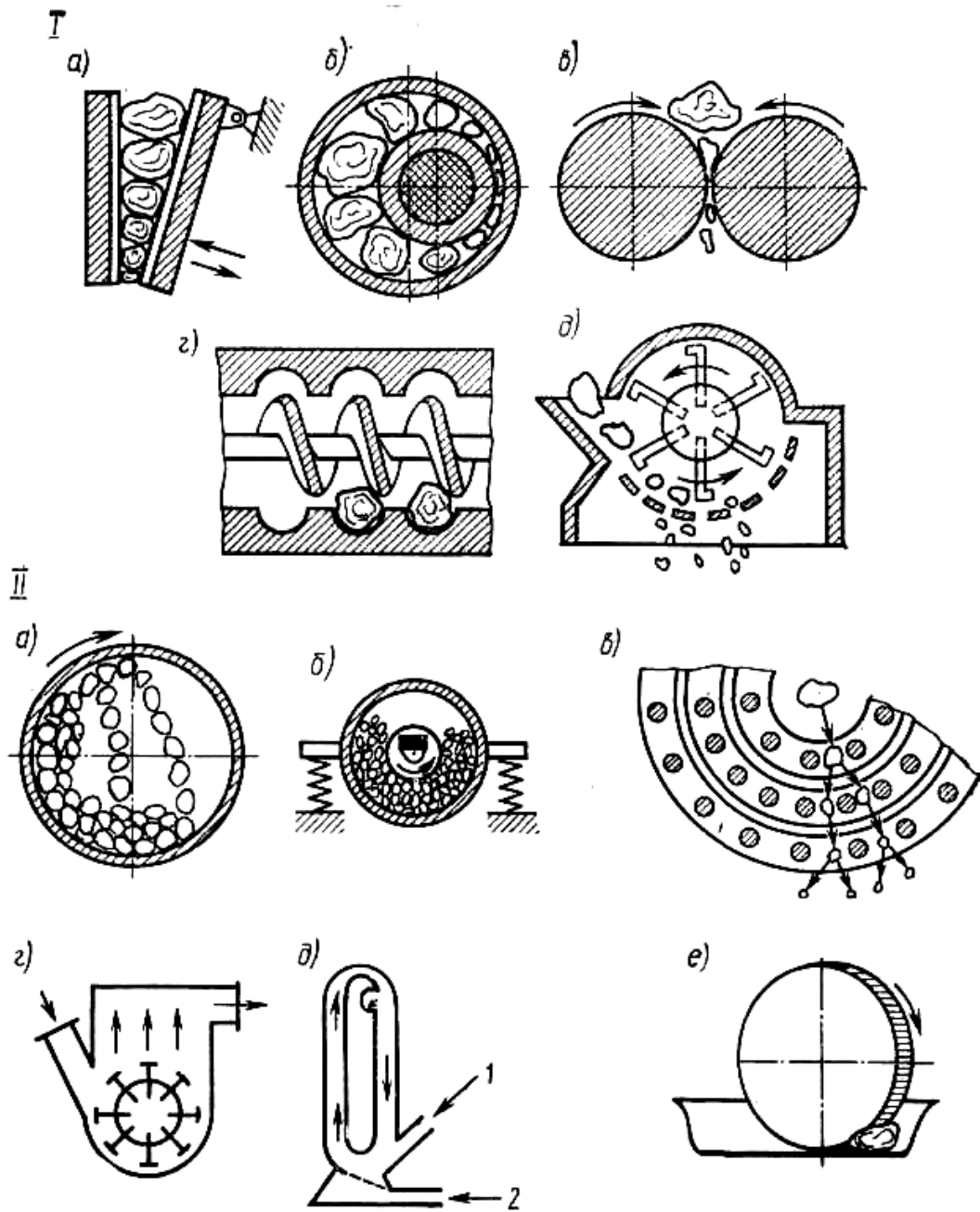


Рис. 1.5. Принципиальные схемы измельчителей
 I – дробилки; а – щековая; б – конусная; в – валковая; г – шнековая; д –
 молотковая; II – мельницы; а – шаровая; б – шаровая вибрационная; в –
 дезинтегратор; г – аэробильная; д – струйная; е – бегуны; 1 – материал;
 2 – воздух

Классификация и сортировка (сепарация) отходов. В ряде случаев переработка измельченных отходов должна сопровождаться их разделением на фракции по крупности. Для разделения кусковых и сыпучих материалов применяют различные способы:

- просеивание или грохочение;
- разделение под действием гравитационно-инерционных сил;
- разделение под действием гравитационно-центробежных сил.

Грохочение представляет собой процесс разделения на классы по крупности различных по размерам кусков (зерен) материала при его перемещении на ячеистых поверхностях (колосниковых решетках, решетках, проволочных сетках, щелевидных ситах).

Основным показателем грохочения является его эффективность E , определяемая отношением количества подрешетного продукта к его общему количеству в исходном материале, % :

$$E = \frac{10^4(\alpha - \nu)}{\alpha(100 - \nu)}, \quad (1.7)$$

где α и ν - содержание нижнего класса в исходном материале и надрешетном продукте, %.

При **гравитационном и центробежном способах** разделение измельченных продуктов на классы или выделение целевого продукта осуществляется методом раздельного высаживания частиц из несущей среды под действием гравитационно-инерционных или гравитационно-центробежных сил. Разделение сыпучих материалов под действием гравитационно-инерционных сил производится в **газовых осадителях и гидравлических классификаторах**, а под действием гравитационно-центробежных сил - в **сепараторах** циклонного типа, с вращающимися лопастями и т.п.

В том случае, если отходы могут содержать металлические включения, их обычно пропускают через **магнитный сепаратор** (например, с движущейся лентой). В магнитном поле, создаваемом с помощью электромагнитов, происходит отделение магнитных металлов от органической части отходов.

Для укрупнения мелкодисперсных частиц твердых отходов используют **механотермические** процессы обработки твердых отходов: методы **окускования (компактирования) с применением приемов гранулирования, таблетирования, брикетирования и высокотемпературной агломерации.**

Окускование отходов. Наряду с методами уменьшения размеров кусковых материалов и их разделения на классы крупности в рекуперационной технологии твердых отходов распространены методы, связанные с укрупнением мелкодисперсных частиц, использующие приемы гранулирования, таблетирования, брикетирования и высокотемпературной агломерации.

Гранулирование и таблетирование эти методы включают большую группу процессов формирования агрегатов шарообразной или цилиндрической формы из порошков, паст, расплавов и т.п. с целью уменьшения их объема и облегчения транспортирования и складирования перед окончательной переработкой.

Для гранулирования порошков используют ротационные (барабанные, тарельчатые, центробежные) и вибрационные грануляторы различных конструкций. Барабанные грануляторы получили большое распространение, но их важным недостатком является невозможность получения гранулята узко фракционного состава. Для этого используют тарельчатые (дисковые) грануляторы окатывания, позволяющие получать гранулят близкий по составу к монодисперсному.

Для гранулирования порошков и паст часто используют червячные прессы (экструдеры) различной конструкции. Получаемая при прессовом гранулировании (*таблетировании*) продукция представляет собой таблетки различной формы и размеров или жгуты.

Способность гранулируемых материалов к уплотнению и формованию характеризуют значениями коэффициентов их гранулируемости:

$$K_1 = \frac{\gamma}{\gamma_0} P_{пл}; \quad K_2 = \frac{\sigma}{P_{пл}}, \quad (1.8)$$

где γ и γ_0 – текущая и исходная плотность гранулируемого материала, т/м³;

σ – предел прочности гранул при сжатии, Па;

$P_{пл}$ – давление уплотнения, Па.

В зависимости от значений K_1 и K_2 появляется возможность обоснованно рекомендовать метод гранулирования для данного материала: чем больше значения K_1 и K_2 , тем меньшими усилиями обеспечивается требуемая степень уплотнения материала.

Брикетирование применяют для укрупнения и придания определенной формы дисперсным материалам с целью обеспечения лучших условий транспортирования, хранения или использования в качестве готовой продукции. Брикетирование осуществляется без связующего при давлении прессования более 80 МПа, а с добавлением связующего – при давлениях 15-25 МПа. Перед брикетированием материал подвергают грохочению (классификации), дроблению (если нужно), сушке, охлаждению и другим операциям. Для этого используют штемпельные (давление прессования 100-200 МПа), вальцовые и кольцевые (до 200 МПа) прессы различных конструкций.

Прессование при высоких давлениях – один из способов улучшения условий эксплуатации полигонов (свалок). Уплотненные отходы дают меньшее количество фильтрата и газовых выбросов, при этом снижается вероятность возникновения пожаров, эффективнее используется земельная площадь полигона.

К методам термической переработки и утилизации твердых отходов относятся:

- **слоевое сжигание неподготовленных отходов** в мусоросжигательных установках;
- **слоевое и камерное сжигание специально подготовленных отходов** в виде гранулированного топлива (освобожденного от балластных составляющих и имеющего постоянный фракционный состав) в топках энергетических котлов и цементных печах;
- **пиролиз отходов**, прошедших предварительную подготовку или без нее.

Метод слоевого сжигания неподготовленных отходов в мусоросжигательных установках наиболее распространен. В соответствии с этим методом помимо выполнения санитарно-гигиенических мероприятий можно получить тепловую или электрическую энергию, сократить до минимума расстояние между местом сбора отходов и мусоросжигательным заводом (МСЗ), значительно экономить земельные площади. При поступлении на МСЗ мусоровозы взвешивают на платформенных автоматических весах, затем по эстакаде мусоровозы поступают для разгрузки в приемное помещение, где происходит выгрузка одновременно нескольких мусоровозов в бункер-накопитель. Из бункера - накопителя мусор с помощью мостового крана поставляется в загрузочный желоб питателя печи. Питатель распределяет мусор по колосниковой решетке, где происходит сжигание, постоянное перемешивание и постепенное перемещение вниз. Сжигание мусора завершается приблизительно на 2/3 длины решетки, а на оставшейся части мусор, превратившийся в шлак, постепенно охлаждается под действием подаваемого в топку воздуха. Шлак составляет около 25% по массе от общего количества сжигаемых отходов. Структурная схема технологии слоевого сжигания представлена на рис. 1.6.

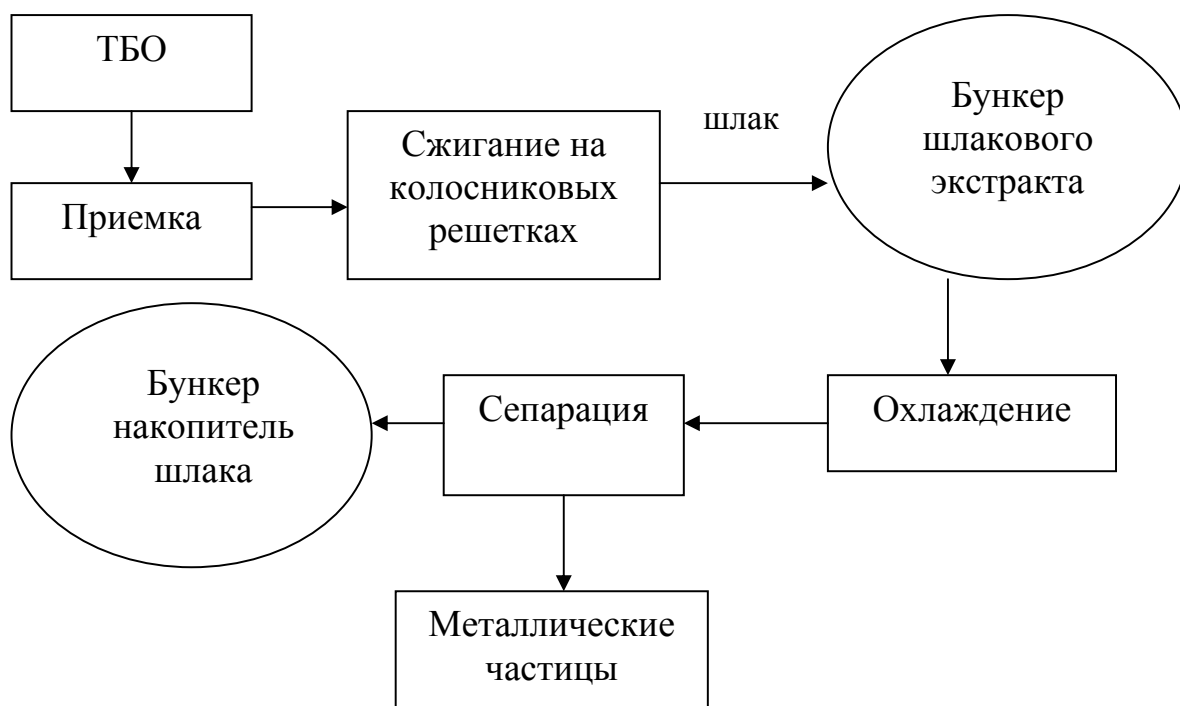


Рис. 1.6. Схема процесса слоевого сжигания

Горячий шлак падает в бункер, а затем в бак с водой, в котором охлаждается до 80...90 °С. Из бака шлак удаляется толкателем в желоб, из которого, уже охлажденный, поступает на ленточный транспортер, далее через виброполотно для удаления металлических частиц, которые удаляются в специальные емкости, а освобожденный шлак поступает по ленте в шлаковый отсек бункера-накопителя.

Некоторые виды отходов при сжигании выделяют токсичные, канцерогенные и ядовитые вещества, являющиеся прямой угрозой здоровью людей и, приносящие вред окружающей природной среде, в связи с этим, не все виды органических отходов могут быть подвержены переработке по такой технологии.

По прогнозам специалистов *слоевое или камерное сжигание специально подготовленных отходов* в топках котлов или цементных печах в ближайшее десятилетие получат широкое применение.

В настоящее время в США и Великобритании проводятся работы по переработке отходов в гранулированное топливо, которое длительное время можно хранить и транспортировать на относительно большие расстояния. Технологический процесс получения такого топлива на первой ступени подготовки отходов состоит из двух операций: дробления отходов и последующей сепарации черных металлов. Однако, получаемое по такой схеме переработки отходов, топливо содержит значительное количество балластных фракций и имеет низкое качество. В связи с этим, необходимо использовать дополнительные аппараты, механизмы и агрегаты, позволяющие обогащать, гранулировать и брикетировать топливо из отходов. Принципиальная схема переработки отходов в гранулированное топливо представлена на рис. 1.7.

Измельченное и прошедшее воздушную сепарацию гранулированное топливо, по виду напоминает мягкое конфетти. Многие котельные установки, оборудованные устройствами для удаления шлака и летучей золы, нуждаются лишь в небольшой модернизации для работы на таком топливе.

При проектировании котельных установок совместного сжигания гранулированного и природного топлива необходимо учитывать свойства топлива: теплоту сгорания, элементный состав, включая N, S, F, Cl, состав шлака, температуру его плавления и т.д.

Пиролизу подвергается некомпостируемая часть бытовых отходов (НБО), включающая резину, кожу, пластмассу, дерево и т.д., которая не может быть переработана в компост. Схема пиролиза отходов показана на рис. 1.8.

Пиролиз (иногда называемый деструктивной перегонкой) представляет собой процесс термического разложения отходов без доступа или при недостатке кислорода, в результате которого происходит расщепление органической массы, рекомбинация продуктов расщепления с образованием термодинамически стабильных веществ: твердого осадка, смол и пиролизного газа.

В результате пиролиза происходит распад органического материала и синтез новых продуктов. Обе стадии процесса взаимно связаны и протекают одновременно. При этом, в определенный промежуток времени в зависимости от температуры и времени может превалировать та или другая стадия. Количество и состав продуктов пиролиза зависит от состава отходов и температуры разложения. Общую схему пиролиза можно представить следующим образом:

Твердые отходы + Q = твердый остаток + жидкие продукты + газы + Q₁ ,

где Q – дополнительное топливо,

Q₁ – вторичное топливо.

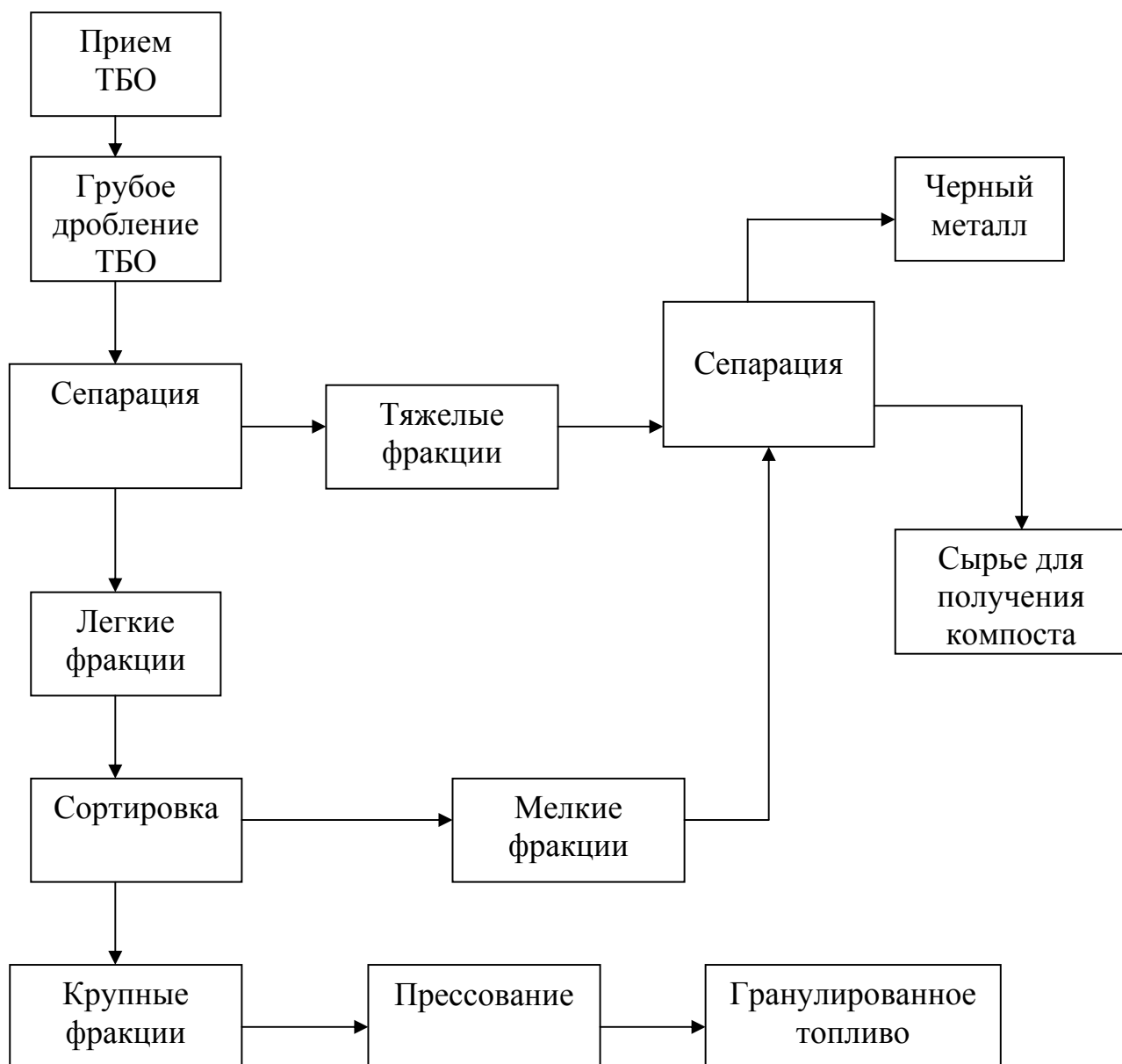


Рис. 1.7. Структурная схема переработки отходов в гранулированное топливо.

На первой стадии НБО поступают в сортировочное отделение, далее в приемный бункер пиролизной установки. Для бесперебойной работы пиролизной установки необходим двухсуточный запас хранения отходов. Из приемного бункера отходы с помощью грейферного ковша подают в промежуточный бункер, днищем которого служит пластинчатый питатель, предназначенный для загрузки отходов в реактор.

В печи пиролизной установки при температуре 500...550 °С без доступа воздуха происходит термическая деструкция (пиролиз) НБО. В результате образуется парогазовая смесь, содержащая в своем составе летучие вещества, пары смол и твердый углеродсодержащий продукт – пирокарбон.

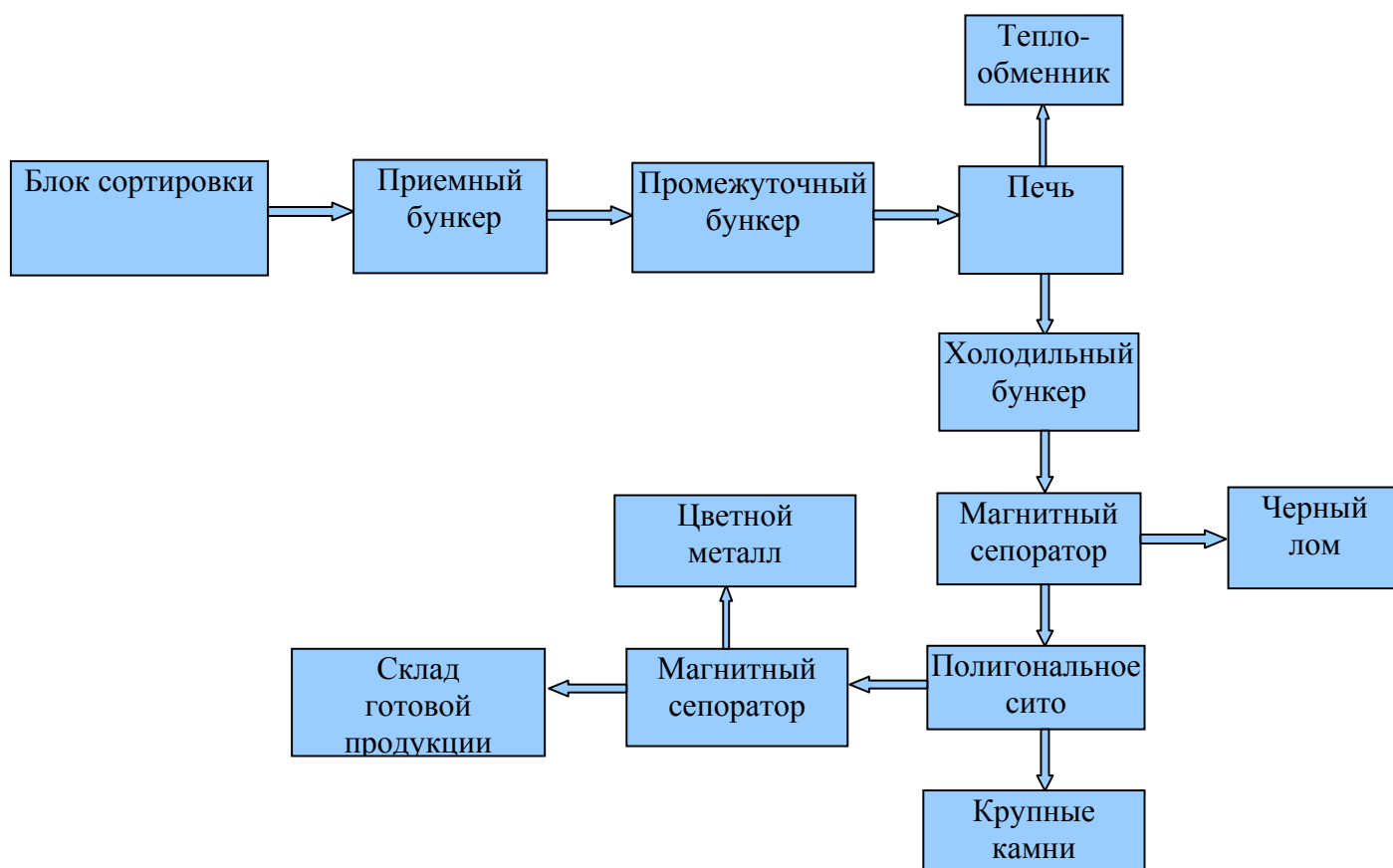


Рис. 1.8. Схема переработки отходов методом пиролиза

Для использования тепла горения углеводородов и перевода ряда химических веществ (меркаптан, сероводород, циановодород и т.д.) в безвредные элементы предусматривают их дожиг в специальной камере при температуре 100 °С в потоке отходящих от печей пиролиза газов.

Полученный в печи пирокарбон с температурой 450...500 °С поступает в холодильный барабан, где охлаждается до 40...50 °С, и далее по ленточному конвейеру подается на размол, предварительно пройдя электромагнитный сепаратор для извлечения остатков черного металла, и затем поступает на полигональное сито, для отделения крупных камней, а далее подвергается помолу. Измельченные частицы размером до 5 мм и менее поступают на сепарацию для извлечения оставшихся частиц цветных металлов, а пирокарбон направляют на расфасовку и затем на склад готовой продукции. Отсортированные частицы цветных металлов накапливаются в контейнерах.

Еще одним из наиболее применяемых методов переработки твердых бытовых отходов является **компостирование**, которое можно разделить на:

- аэробное компостирование ТБО в промышленных условиях;
- аэробное компостирование ТБО в полевых условиях;
- анаэробное компостирование ТБО.

Переработка отходов на компост – достаточно совершенный прием их обезвреживания и последующего использования.

Технологический процесс *аэробного компостирования ТБО в промышленных условиях* (рис.1.9.) полностью механизирован.

Твердые бытовые отходы доставляются мусоровозами и разгружаются в приемные бункеры с днищами, выполненными в виде пластинчатых питателей. Из приемных бункеров отходы разгружают на ленточные конвейеры, по которым они направляются в сортировочный корпус, оснащенный грохотами, электромагнитными и аэродинамическими сепараторами, производящими первичную сортировку поступающих отходов.

Крупные некомпостируемые фракции (картонные ячейки, бумага, текстиль и т.п.) или так называемые некомпостируемые отходы (НБО) ссыпают на конвейер и направляют в бункер балласта.

Просеянный материал по конвейерам подается на технологическую линию, проходя последовательно сепараторы черного, цветного металла и аэросепараторы, выделяющие легкие фракции – пленку и бумагу. Легкая фракция отправляется потребителю, либо при отсутствии его - на пиролиз. Отсортированный черный металл конвейерами подается в бункер металла и далее на пресс. Цветной металл по конвейерам подается в бункеры – накопители.

Отсортированные отходы, предназначенные для компостирования, по конвейерам подают в загрузочные устройства биотермических барабанов, где происходит биотермический процесс обезвреживания отходов благодаря активному росту термофильных микроорганизмов в аэробных условиях. Под действием развивающейся микрофлоры сложные, быстро гниющие органические вещества разлагаются, образуя компост.

Разгружают биобарабаны на ленточные конвейеры, которые, перегружаясь на другие конвейеры, доставляют компост в сортировочный корпус, в котором установлены баллистические стеклосепараторы (конвейеры с быстрым движением ленты – 2...7 м/с) с пневмоотсевом пленки и инерционные грохоты. Отсортированный материал с помощью разделительной воронки помещается в различные отсеки. Тяжелые частицы (стекло, камни), обладающие большей инерцией, перемещаются в дальний отсек, а легкие фракции (компост) ссыпаются в ближний.

Далее компост попадает на мелкое сито (10...15 мм) инерционного грохота, после прохода которого компост окончательно очищается от балластных фракций.

Стекло и мелкий балласт ссыпаются в тележки-прицепы, а компост по системе конвейеров подается на складские площадки. Далее с помощью бульдозеров формируют штабеля компоста, которые периодически перелопачивают и при необходимости увлажняют. Время созревания компоста на складе обычно составляет не менее 2 месяцев при высоте штабеля до 2 м. Хранение созревшего компоста – 3 месяца при высоте штабеля до 5 м.

В городах с населением 50 тыс. жителей и более при наличии вблизи города свободных территорий применяют *аэробное компостирование ТБО в полевых условиях*.

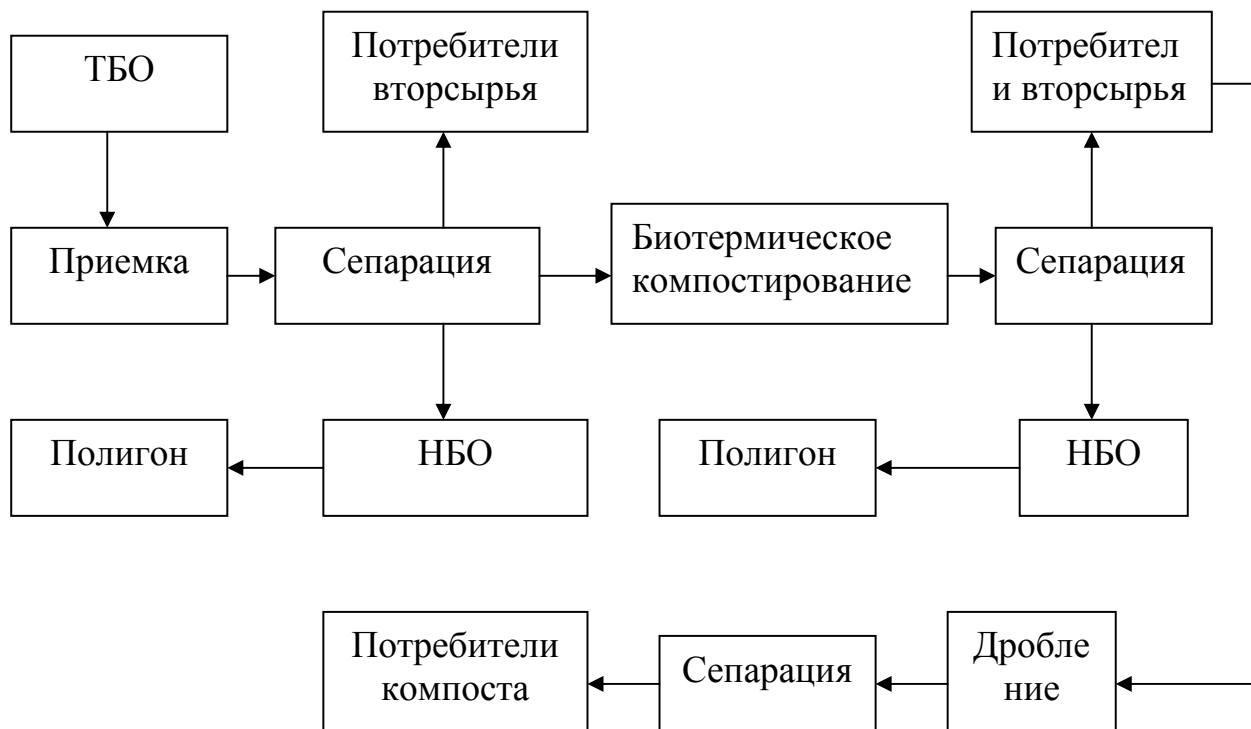


Рис. 1.9. Структурная схема технологии аэробного компостирования ТБО в промышленных условиях

При правильно организованном полевом компостировании получают компост, обеспечивая защиту от загрязнений почвы, атмосферы, грунтовых и поверхностных вод.

Существуют две принципиальные схемы полевого компостирования:

- с предварительным дроблением ТБО;
- без предварительного дробления ТБО.

В первом случае ТБО измельчают специальными дробилками; во втором – измельчение (менее эффективное) происходит за счет естественного разрушения при многократном «перелопачивании» компостируемого материала. Не измельченные фракции отделяют на контрольном грохоте.

Установки полевого компостирования, оснащенные дробильно-сортировочным оборудованием для предварительного измельчения ТБО, обеспечивают больший выход компоста и дают меньше отходов производства (рис. 1.10). Измельчение ТБО осуществляется в молотковых дробилках или в небольших биотермических барабанах. Время нахождения материала в барабане не более 1 сут при вращении его с частотой до $3,5 \text{ мин}^{-1}$ и более. Барабан обеспечивает достаточное для дальнейшей обработки измельчение ТБО за 1200...2000 оборотов, или 6...10 ч. Затем полученный материал поступает на сито барабанного грохота с ячейками диаметром 38 мм. При полевом компостировании ТБО, доставляемые на полевой стан, разгружают в приемный бункер или на выровненную площадку. Бульдозером или специальными машинами формируют штабеля, в которых происходят процессы аэробного биотермического компостирования.

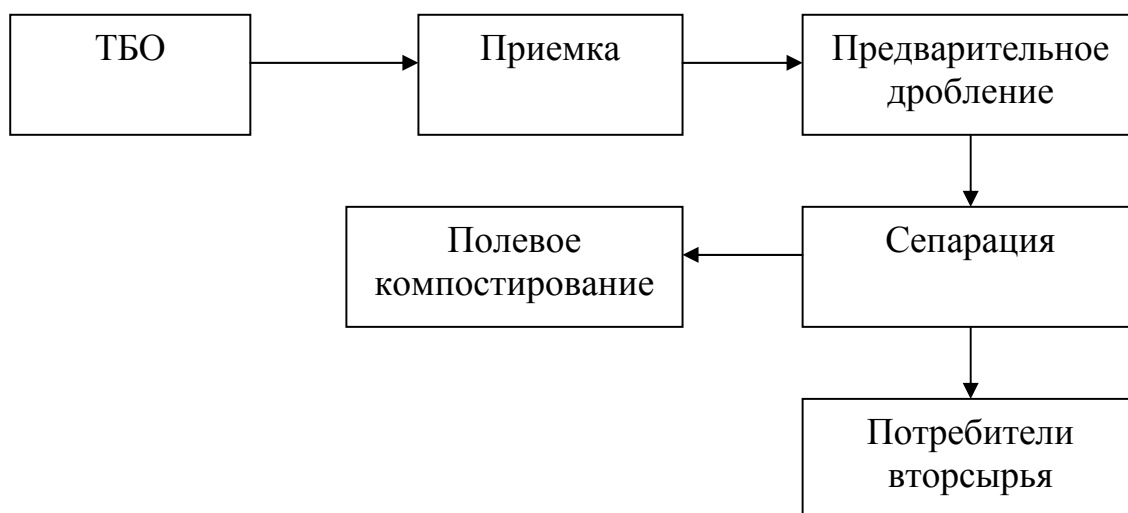


Рис. 1.10. Технологии аэробного компостирования ТБО в полевых условиях с их предварительным дроблением.

Для предотвращения рассеивания легких фракций мусора, интенсивного размножения насекомых и устранения неприятного запаха поверхность штабеля укрывают слоем торфа, зрелого компоста или грунта толщиной около 0,2 м.

В процессе компостирования влажность материала интенсивно снижается, поэтому наряду с «перелопачиванием» и принудительной аэрацией для повышения активности биотермического процесса штабеля увлажняют.

В последние годы ведутся работы по метановому сбраживанию ТБО. Во Франции апробирована в производственных условиях технология *переработки ТБО в анаэробных условиях* с получением горючего газа и органических удобрений. Схема переработки ТБО методом анаэробного компостирования показана на рис. 1.11. Технологический процесс переработки заключается в следующем. Твердые бытовые отходы разгружают в приемный бункер, откуда грейферным краном их подают на питатель, а затем в коническую дробилку с вертикальным валом. Из дробилки измельченные ТБО перегружают на ленточный конвейер, проходящий под электромагнитным сепаратором, предназначенным для извлечения черного металлолома. Очищенные от черного металлолома отходы подают в метантенк вместимостью 500 м³, где их выдерживают в анаэробных условиях 10...16 сут. при температуре 25 °С с целью его сбраживания. В результате из каждой тонны отходов получают около 120...140 м³ биогаза, часть которого из метантенка поступает в газгольдер, а другую часть компрессором через уравнительную камеру подают под давлением под слой перерабатываемых отходов с целью перемешивания сбраживаемой массы.

Отработанную твердую фракцию выгружают и затем подают в шнековый пресс для частичного обезвоживания. Затем обезвоженная твердая фракция поступает в разрыхлитель и оттуда в цилиндрический грохот, в котором материал разделяют на массу, используемую в качестве органических удобрений, и крупный отсев.

Из 1 т бытовых отходов в среднем может быть получено: 410 кг органических удобрений влажностью 30 %, 50 кг металлолома и балластных фракций, извлекаемых магнитным сепаратором и отбрасываемых дробилкой, 250 кг крупного отсева, отделяемого и отбрасываемого цилиндрическим грохотом, 170 кг составляют газовые потери и фильтрат.

При сжигании биогаза без предварительной очистки выделяется 23400 кДж/м³ тепла, или после его очистки от примесей диоксида углерода и сероводорода – 35600 кДж/м³.

Методом анаэробного компостирования могут быть переработаны некоторые виды отходов сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности.

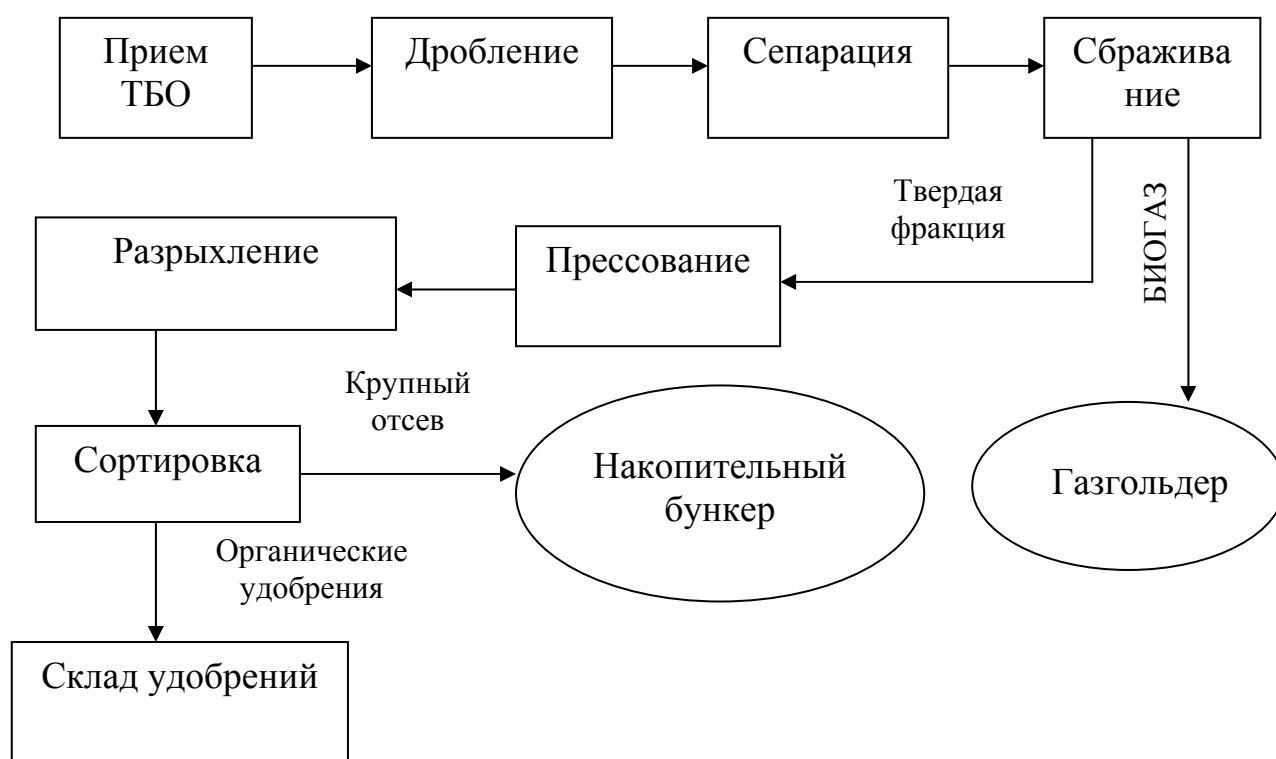


Рис. 1.11. Схема переработки ТБО методом анаэробного компостирования

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Состав и содержание курсового проекта

Цель проекта: разработка процессов и аппаратов переработки твердых отходов. В состав проекта входят расчетно-теоретическая (в виде пояснительной записки) и графическая часть

Содержание пояснительной записки.:

Введение.

1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов.

1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки твердых бытовых отходов.

1.2. Описание процесса переработки

1.3. Режим работы предприятия.

1.4. Расчет производительности по технологическим переделам

1.5. Расчет и выбор аппаратов по переработке отходов.

1.6. Сводная ведомость аппаратов и оборудования.

1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах.

2. Оценка воздействия на окружающую среду.

Заключение

Список использованных источников

Объем пояснительной записки – 25-30 стр. Формат текста: шрифт - Times New Roman, размер шрифта – 14. Формат страницы – А4 (210 на 297 мм).

В состав графической части проекта входит схема процесса переработки отходов, выполненная на листе стандартного формата А1. По усмотрению авторов разрабатывается конструкция (приложения 1...3) отдельных аппаратов по переработке отходов. Конструктивное решение аппаратов выполняется на стандартном формате А4 и приводится в пояснительной записке..

Введение. Во введении обосновывается актуальность проблемы, зарубежный и отечественный опыт обезвреживания и утилизации отходов.

Стратегия и тактика в обращении с отходами в мире сводится к следующему:

- минимизация образования отходов;
- рециклинг (повторное использование отходов в качестве вторичных ресурсов);
- обезвреживание, переработка, утилизация отходов;
- захоронение отходов.

В мировой практике определилось несколько направлений обезвреживания и утилизации отходов потребления: захоронение на полигонах; биотермическая переработка; термическая переработка; комплексная переработка, включающая предварительную сортировку отходов и применение в различных вариантах вышеупомянутых направлений переработки.

В странах с небольшой территорией и высокой плотностью населения (Японии, Швейцарии, Дании) сжигают 70-80% образующихся ТБО. На полигонах складывается в СНГ – 96%, Канаде, США, Англии, Чехии и Словакии, Венгрии –

80-92% образующихся отходов. Компостируют в России менее 1%, Японии – 1,5%, Франции – 12%, Австрии – 18%.

2.2. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов

2.2.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки твердых бытовых отходов

Применяемая в настоящее время традиционная схема сбора отходов (рис.2.1) требует кардинального изменения. Во всем мире важнейшим эффективным направлением в области обращения с ТБО является организация раздельного сбора утильных компонентов ТБО и их сортировка. Финансовые вложения и решение проблемы бытовых отходов должны быть ориентированы на создание наиболее прогрессивной модели управления отходами на основании научно обоснованной

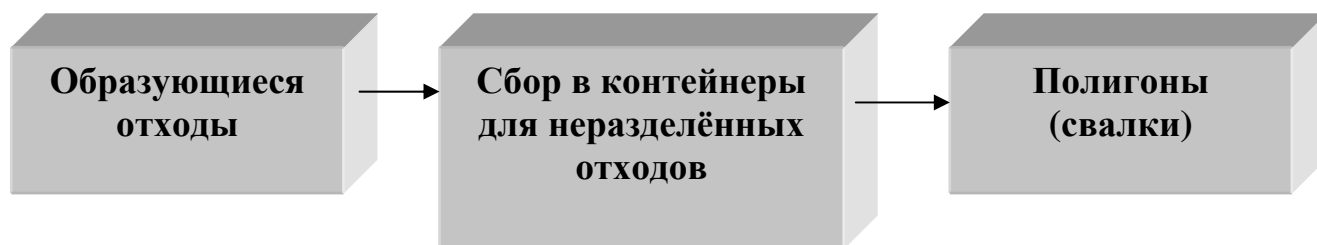


Рис. 2.1. Схема сбора отходов.

Принципиально возможны три взаимодополняющих направления сепарации ТБО:

- селективный покомпонентный сбор отходов у населения в местах образования с последующей доводкой продукции сбора на специализированных брикетирующих или тюкующих установках;

- селективный пофракционный сбор в местах образования «коммерческих отходов», образующихся в нежилых секторах населенных пунктов (рынки, магазины, учреждения) с последующим извлечением из них ценных компонентов комбинированными методами ручной и механизированной сортировки;

- сортировка на мусоросортировочных предприятиях.

Отрицательными факторами захоронения ТБО на свалках и полигонах являются:

- необходимость отвода больших земельных участков;

- безвозвратная потеря содержащихся в ТБО ценных компонентов;

- экологическая опасность (загрязнение почвы, грунтовых вод, атмосферы), для предотвращения которой требуется дорогостоящее инженерное обустройство мест захоронения ТБО;

- большие транспортные расходы, связанные со значительным удалением свалок и полигонов от источников образования отходов;

- опасность распространения инфекционных болезней, образования диоксинов и фуранов при возгораниях на полигонах.

Широкое распространение захоронения ТБО обусловлено относительно малыми начальными затратами и простотой технологических операций. Однако, в связи с постоянным ужесточением норм природоохранного законодательства, требования к захоронению ТБО постоянно растут. Известно, что общий экологический ущерб от гниения одной тонны отходов превышает 700 рублей. Так что экономическая целесообразность содержания даже оборудованных свалок только кажущаяся.

Устройство защитных экранов, изолирующих отходы от окружающей среды, создание систем сбора и обезвреживания основных загрязнителей (фильтрата и биогаза), рекультивация земельных участков после окончания эксплуатации полигона (свалки) приводят к увеличению затрат и усложнению технологии захоронения.

2.2.2. Описание процесса переработки отходов

Описание процесса переработки отходов производится в соответствии с разработанной технологической схемой переработки и спецификацией на оборудование и аппараты. Спецификация аппаратов и оборудования может выполняться на графическом листе или отдельно в составе пояснительной записки.

2.2.3. Режим работы предприятия

Режим работы предприятия принимается в соответствии с нормами технологического проектирования. Режим работы является основанием для расчета необходимого количества аппаратов и оборудования переработки, потоков отходов, производственных площадей и списочного состава работающих.

При определении режима работы предприятия следует принимать:

номинальное количество рабочих суток в год	260
количество рабочих смен в сутки	2
количество рабочих смен в сутки по приему и отгрузке отходов, поступающих автотранспортом	2 или 3
продолжительность рабочей смены, ч	8

Расчетное количество рабочих суток в году при пятидневной рабочей неделе следует принимать 260 минус время на плановые остановки.

Данные по запроектированным режимам предприятия приводят в виде таблицы 2.1.

Режим работы предприятия

№ п/п	Наименование	Количество рабочих суток	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч	Коэффициент использования оборудования	Годовой фонд времени работы оборудования, ч
1	2	3	4	5	6	7	8

2.2.4. Расчет производительности по технологическим переделам

В соответствии с принятым режимом работы предприятия необходимо рассчитать производительность каждого технологического передела, начиная с блока первичной сортировки и завершая складированием переработанных продукто отходов. Данные расчета целесообразно привести в форме табл. 2.2.

Таблица 2.2

Расчет производительности предприятия

№ п/п	Наименование переделов (операций)	Производительность, т			
		в год	в сутки	в смену	в час
1	2	3	4	5	6

Примечание. Располагать расчеты в этой таблице желательно в порядке, обратном технологическому потоку (по технологической схеме «снизу - вверх»), приняв за исходную величину - заданное количество отходов переработки.

2.2.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов

Расчет оборудования рекомендуется производить в порядке установки отдельных аппаратов в технологическом потоке переработки отходов. Если процесс переработки объединяет несколько операций, то расчет аппаратов и оборудования следует производить по отдельным модулям (сгруппированным по технологической принадлежности переработки). Это не только упрощает расчеты, но и позволяет учитывать взаимосвязь отдельных машин в выполнении технологических операций, а также исключает пропуски каких-либо машин в линии.

При расчетах и выборе типов аппаратов и оборудования следует в основном ориентироваться на аппараты отечественного производства, серийно выпускаемые нашей промышленностью.

Необходимое количество аппаратов и другого оборудования определяют по формуле:

$$M_n = \Pi_{\text{ч}}^{\Pi} / \Pi_n \cdot K, \quad (2.1)$$

где M_n - количество аппаратов, подлежащих установке;

$\Pi_{\text{ч}}^{\Pi}$ - требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

Π_n - паспортная или расчетная часовая производительность аппарата выбранного типоразмера;

K – номинальный коэффициент использования оборудования по времени (принимается равным 0,92).

Производительность машин должна определяться с использованием формул и диаграмм, приведенных в справочниках и паспортных данных. В курсовом проекте по дисциплине «Процессы и аппараты защиты ОС.» необходимо рассчитать, прежде всего, машины для дробления и тонкого измельчения (помола), сортировки, сушильные установки, пылесадительные системы, а также транспортное оборудование и приемные и расходные бункеры. Ниже приведены некоторые рекомендации по технологическим расчетам аппаратов и оборудования переработки отходов.

Расчет дробильного оборудования. Выбор типа и мощности дробилок зависит от физических свойств перерабатываемого материала, требуемой степени дробления и производительности. Учитываются размеры максимальных кусков материала, поступающего на дробление, его прочность и сопротивляемость дроблению или дробимость, влажность, наличие включений и другое.

Максимальный размер кусков материала не должен превышать 0,80...0,85 ширины загрузочной щели дробилки.

Одной из основных характеристик дробилок, определяющих эффективность их работы, является показатель степени дробления (измельчения). Он характеризует изменение размеров кусков материала в процессе дробления и численно равен:

$$i = D/d, \quad (2.2)$$

где D – максимальный размер кусков в поперечнике по дроблению, мм;

d – то же после дробления, мм.

В зависимости от применяемого оборудования и аппарата степень дробления в среднем составляет, мм:

щековых дробилок - 3...3,5;

конусных дробилок среднего дробления – 3...4;

конусных дробилок мелкого дробления – 4...5;

валковых – 3...4;

молотковых, роторных и самоочищающихся – 3...12;

ударно-отражательных – 15...25.

В зависимости от требуемой степени дробления материал измельчают в одну, две или три стадии. Число стадий дробления устанавливают по формуле:

$$i_{\text{об}} = i_1 \cdot i_2 \cdot \dots \cdot i_n, \quad (2.3.)$$

где $i_{об}$ – требуемая общая степень дробления материала;

$i_1, i_2 \dots \dots \dots i_n$ - степень дробления, в первой, второйи последней дробилке.

На предприятиях переработки отходов твердые плотные отходы подвергают дроблению в щековых и конусных дробилках; сухие отходы средней твердости – в щековых и ударно-отражательных дробилках; мягкие отходы – в молотковых самоочищающихся и валковых дробилках.

Во всех случаях, где это возможно по условиям прочности отхода, следует применять дробилки ударного действия.

Производительность дробилок Q определяют по формулам:

-для щековых дробилок

$$Q = 150n \cdot L \cdot S \cdot d_n \cdot K_p \cdot \gamma_o, \quad (2.4)$$

где n – число оборотов эксцентрикового вала дробилки (число качаний щеки) в минуту, об/мин;

L – длина зева дробилки, м;

S – ход подвижной щеки, м (для небольших дробилок – 10...25 мм; для крупных – 25...50 мм);

d_n – средняя величина кусков материала, выходящих из дробилки, м;

K_p – коэффициент рыхления раздробленного материала (0,25...0,50);

γ_o – насыпная плотность подлежащего дроблению материала, т/м³.

- для молотковых (однороторных) дробилок

$$Q = L \cdot D \cdot l, \quad (2.5)$$

где L – длина ротора дробилки, м;

D – диаметр ротора, м;

l – ширина щели в колосниковой решетке, мм.

- для валковых дробилок

$$Q = 188 \cdot K \cdot b \cdot a \cdot D \cdot n \cdot \gamma, \quad (2.6)$$

где K – коэффициент, учитывающий использование ширины валков и степень рыхления материала (для твердых пород $K = 0,2 \dots 0,3$; для вязких и влажных материалов глини $K = 0,4 \dots 0,5$);

b – ширина валков, м;

a – зазор между валками, м;

D – диаметр валков, м;

n – число оборотов валков, об/мин;

γ – насыпная плотность, т/м³.

Расчет грохотов и аппаратов сортировки. Объемная производительность неподвижных колосниковых и валковых грохотов определяется из выражения:

$$Q = q \cdot F, \quad (2.7)$$

где Q - объемная производительность, м³/ч;

q - удельная объемная производительность по питанию, м³/м²·ч;

F - площадь решетки, м²

Барабанные грохоты выбирают с учетом размера максимального куска материала d_{\max} при условии, что $D / d_{\max} > 14$, где D диаметр барабана грохота, Производительность грохотов Q (т/ч) может быть определена по формуле:

$$Q = 600 \delta \cdot \gamma \cdot n \cdot \sqrt{R^3 \cdot h^3} \cdot \operatorname{tg} 2\alpha \quad (2.8)$$

где δ - плотность материала, т/м³;

γ - коэффициент разрыхления материала ($\gamma = 0,2-0,4$);

n - число оборотов барабана, об /мин;

R - радиус барабана, м;

h - толщина слоя материала, м ($h < 2 d_{\max}$);

α - угол наклона грохота, град.

При мокром грохочении в барабанном грохоте расход воды составляет 1,3 м³/м³ для крупного материала и 2,5 м³/м³ - для мелкого материала.

Дуговые грохоты используются для мокрого грохочения. Объемную производительность грохота Q (м³/ч) ориентировочно оценивают по формуле

$$Q = 160F \cdot v, \quad (2.9)$$

где F - площадь живого сечения сита (площадь отверстий в свету), м²;

v - начальная скорость пульпы, м/с (обычно составляет 0,5-6м/с).

Удельная объемная производительность грохота q (м³/(м²·ч)) зависит от ширины d (мм) щели решетки:

$$q = 170 \cdot \sqrt{d}, \quad (2.10)$$

Расчет классификаторов Для разделения твердых материалов в виде пульп используются **классификаторы** грубой и тонкой классификации.

Полноту разделения при классификации характеризуют коэффициентом разделения:

$$K_E = \beta - \nu \quad (2.11)$$

где β и ν - содержание данного класса в сливе и песках, %.

Производительность такого гранулятора Q (т/ч) определяется по формуле

$$Q = K \cdot D^2, \quad (2.12)$$

где K - коэффициент грануляции (определяется опытным путем, например, для летучей золы $K = 0,4-0,55$);

D - диаметр тарели (м).

Необходимый размер тарели гранулятора оценивают по удельной производительности q , которая обычно находится в пределах $0,77-0,91 \text{ т/м}^2 \cdot \text{ч}$

$$D = VQ \sqrt{(0,785 - q)} \quad (2.13)$$

Расчет прессового оборудования. Нередко для гранулирования используют прессовое оборудование в виде валковых и таблеточных машин. Производительность валковых грануляторов составляет $5-100 \text{ т/ч}$. Ее можно оценить по формуле:

$$Q = 188,4 \cdot 10^3 \cdot \psi \cdot \rho_{\text{нп}} \cdot b \cdot n \cdot L \cdot D, \quad (2.14)$$

где Q - производительность валкового гранулятора, кг/ч;
 ψ - коэффициент, равный $0,5-0,6$;
 $\rho_{\text{нп}}$ - насыпная плотность исходного материала, кг/м^3 ;
 b - ширина зазора между валками, м;
 n - частота вращения валков, с^{-1} ;
 L - длина валка, м;
 D - диаметр валка, м.

Производительность штемпельного пресса (т/ч) определяют по формуле

$$Q = 60 \cdot F \cdot b \cdot \rho \cdot m \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (2.15)$$

где F - площадь прессующей поверхности, см;
 b - толщина брикета, см;
 ρ - плотность брикета, г/см^3 ;
 m - число штемпелей;
 n - количество ходов штемпеля в минуту.

Производительность вальцового пресса (в т/ч) определяют по формуле:

$$Q = 6 \cdot 10^{-5} \cdot M \cdot m \cdot n_{\text{об}}, \quad (2.16)$$

где M - масса брикета, г;
 m - число ячеек на бандаже;
 $n_{\text{об}}$ - число оборотов вальцов в минуту.

Требуемый геометрический объем бункера определяют по формуле:

$$V = V_{\text{полез}} / \eta, \quad (2.17)$$

где $V_{\text{полез}}$ - требуемая полезная емкость бункера, м^3 ;
 η - коэффициент заполнения, принимается равным $0,85 \dots 0,9$.

Расчет складов готовой продукции производят по формуле:

$$S = (\Pi_c \cdot \tau_{\text{хр}} / V_{\text{хр}}) K_1 \cdot K_2, \quad (2.18)$$

где P_c – суточная производительность завода, m^3 ;
 τ_{xp} - продолжительность хранения изделий, в сутках (по ОНТП 7-85);
 V_{xp} – нормативный объем изделий, допускаемый для хранения на $1 m^2$ площади, m^3 (принимается по ОНТП 7-85);
 K_1 – коэффициент увеличения площади на проходы, равный 1,5;
 K_2 – коэффициент увеличения площади склада в зависимости от типа крана, принимаемый:
 для мостового крана – 1,3;
 для козлового – 1,5;
 для башенного – 1,7.

Зная ширину пролета h и количество пролетов n , определяют длину склада по формуле:

$$L = S / h \cdot n, \quad (2.19)$$

Полученную длину склада приводят к величине пролета, кратной 6 м или 12 м, и увеличивают на один пролет с каждой стороны для обеспечения погрузки на авто- и железнодорожный транспорт.

2.2.6. Ведомость оборудования

Результаты проведенного расчета оборудования и аппаратов по переработке представляют в виде ведомости, в которой перечисляют все основное и транспортное оборудование, принятое к установке. В табл. 2.3. также указывают: название, тип и краткая характеристика оборудования – производительность, мощность электродвигателя, габариты и др.; для кранов – грузоподъемность; для ленточных конвейеров – длину (расстояние между осями барабанов); для бункеров – полезную емкость и т.д.

Оборудование в ведомости перечислено в порядке его установки в технологической линии – от подачи сырьевых материалов к складированию переработанной продукции.

Таблица 2.3

Ведомость оборудования

№ п/п	Наименование и краткая характеристика оборудования	Единица измерения	Количество
1	2	3	4

2.2.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах

Расход электроэнергии устанавливают расчетным путем, исходя из технических характеристик основного и транспортного оборудования. Расчет расхода электроэнергии для каждой группы электродвигателей ведется по форме табл. 2.4.

В случаях, когда определение фактического коэффициента использования по времени затруднено, его величина по группе оборудования (при работе в течение смены) может быть принята:

- оборудование технологическое непрерывно действующее (мельницы, дробилки, вентиляторы и т.д.) – 0,8...0,9;
- оборудование периодического действия (дозаторы и т.п.) – 0,5...0,6;
- оборудование транспортное непрерывно-действующее (элеваторы, конвейеры, шнеки) – 0,8...0,9;
- оборудование транспортное и грузоподъемное повторно-кратковременного режима (краны, кран-балки, подъемники и т.д.) – 0,3...0,4.

Таблица 2.4

Форма расчета расхода электроэнергии

№ п/п	Наименование электрооборудования с электродвигателем	Количество единиц оборудования	Мощность электродвигателей, В		Продолжительность работы в смену, ч	Коэффициент использования во времени	Коэффициент загрузки по мощности	Часовой расход электроэнергии с учетом коэффициента использования загрузки по мощности, кВт/ч
			единицы	общая				
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Коэффициент загрузки по мощности отражает использование мощности двигателя, установленного при данном оборудовании в зависимости от степени его загрузки в период работы. Если оборудование загружается и двигатель работает на полную мощность, то коэффициент равен 1, а если полностью не используется, то он будет меньше единицы. Величину коэффициента условно можно определить по формуле:

$$K_{з.м} = P_{\Phi} / P_T \cdot \alpha, \quad (2.20)$$

где $K_{з.м}$ – коэффициент загрузки мощности двигателя;

P_{Φ} , P_T – производительность оборудования фактическая и техническая;

α – коэффициент, зависящий от степени использования производительности оборудования, принимается по табл. 2.5.

Таблица 2.5

Значение коэффициента α

P_{Φ}	0,20 - 0,30	0,4 – 0,5	0,6 – 0,7	0,8 – 0,9
P_T	1,3	1,2	1,1	1,0

Коэффициент загрузки по времени технологического и транспортного оборудования, связанного между собой без промежуточных емкостей (бункеров), принимается одинаковым для всех машин. Например, питатели

непрерывного действия, мельница и винтовой конвейер, ведущий выдачу измельченного продукта, могут работать лишь одинаковое время. Часовой расход электроэнергии в кВт/ч получают умножением общей мощности каждой машины (колонки 1 или 5) на коэффициент загрузки и использования во времени (колонки 7 и 8).

Расход электроэнергии в смену, в сутки и в год устанавливают умножением часового расхода на соответствующее количество рабочих часов в смену, сутки, год.

Полученные результаты по расчету потребности в энергетических ресурсах (топливо, электроэнергия) цеха сведены в табл. 2.6.

Таблица 2.6

Потребность в энергетических ресурсах

№ п/п	Наименование энергетических ресурсов	Единица измерения	Расходы			
			в час	в смену	в сутки	в год
1	2	3	4	5	6	7

2.2.8. Оценка воздействия на окружающую среду

Основными задачами оценки воздействия на окружающую природную среду и человека являются:

- выявление вероятных воздействий на окружающую среду, которые могут иметь место при реализации технологического процесса переработки отходов;
- выявление возможных неприемлемых экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации технологического процесса переработки отходов .

Характеристики возможных видов воздействия на окружающую среду определяют:

а) привнесением в окружающую среду:

- загрязняющих веществ;
- радиоактивных веществ и излучений;
- шума и вибраций;
- тепла;
- электромагнитных излучений;
- визуальных доминант и т.д.

б) изъятием из окружающей среды:

- земельных ресурсов и полезных ископаемых;
- водных ресурсов;
- биологических ресурсов;
- плодородных земель;
- зон рекреации, особо охраняемых территорий;
- мест обитания популяций ценных видов растительного и животного мира;
- культурных, исторических и природных памятников;

- визуальных доминант, определяющих характерный облик ландшафта и т.д.

Характеристики возможного воздействия, определяются по следующим показателям: характер воздействия (прямое, косвенное, кумулятивное, через определенный промежуток времени).

При прохождении промышленных выбросов через определенную зону концентрация содержащихся в них пыли и газов должна уменьшиться не менее чем вдвое. Озеленение СЗЗ не производится с тех сторон предприятия, где жилая застройка отсутствует. Величина озеленения СЗЗ зависит от класса предприятий, к которым она относится и составляет для предприятий третьего класса опасности не менее 50 %.

Воздействие на ОС может проявляться так же и через изъятие из ОС биологических ресурсов, полезных ископаемых, плодородных земель, зон рекреации, особо охраняемых территорий, мест обитания популяций ценных видов растительного и животного мира, культурных, исторических и природных памятников. Их изъятия можно избежать путем выбора соответствующего места расположения предприятия.

Изъятие водных ресурсов (подземных) предотвращают подсоединение систем водоснабжения предприятия к централизованным системам водоснабжения близлежащих населенных пунктов.

Нельзя уйти в любом случае от изъятия земельных ресурсов, т.к. для размещения предприятий необходима определенная территория, но ее площадь согласовывается с соответствующими органами в установленном законом порядке.

Экологическое назначение завода по переработке ТБО выражается в уменьшении вредного воздействия на окружающую среду образующихся отходов. Это достигается за счет сбора сортировки и переработки отходов, сокращения вывоза отходов на полигоны для их захоронения, уменьшения количества несанкционированных свалок и т.д.

В данном разделе целесообразно также привести анализ негативного воздействия на окружающую среду процесса переработки отходов: возможный выброс загрязняющих веществ в атмосферу в процессе переработки отходов, сброс технической воды и т. д. Наличие вредных веществ целесообразно привести по форме табл. 2.7.

Таблица 2.7

Наличие вредных веществ

Наименование	Концентрация, ПДК, мг/м ³	
	3	4
2		
Пыль органическая	0,025	0,5
Окись углерода	0,095	5
Аммиак	0,01	0,2
Окислы азота	0,0023	0,085
Ацетон	0,0175	0,35
Сернистый ангидрит	0,0005	0,5
Толуол	0,006	0,6
Ксилол	0,002	0,2
Бензол	0,00015	1,5

3. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ АЭРОБНОГО БИОКОМПОСТИРОВАНИЯ

3.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов

3.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки твердых бытовых отходов

На основании анализа современных методов переработки ТБО, представленного в разделе 1.3, в качестве примера рассмотрим метод аэробного биотермического компостирования. Метод аэробного биотермического компостирования позволяет не только существенно сократить объем ТБО (в 3-4 раза), но и обеспечить экологическую безопасность процесса переработки.

Обоснование выбора данного метода переработки сводится к следующему:

1. На основании ориентировочных удельных экономических показателей различных технологий переработки ТБО (табл. 3.1), метод аэробного биотермического компостирования является экономически выгодным.

Таблица 3.1

Ориентировочные удельные экономические показатели
различных технологий переработки 1 т ТБО, долл. США

Показатель	Технология					
	Складирование на полигоне	Сжигание	Компостирование	Сортировка	Сортировка и сжигание	Сортировка и компостирование
Капитальные вложения	47	280	90	50	330	100
Эксплуатационные затраты	30	9,6	10	3,2	12,8	8,7
Общие затраты	30	46,6	28	36,7	50,3	35,2
Неутилизируемая часть ТБО, подлежащая захоронению,%	100	30	30	95	15	55

2. Данные табл. 3.1. свидетельствуют, что не утилизируемая часть ТБО, подлежащая захоронению, составляет всего 30 % от массы перерабатываемых отходов, что не может не сказаться на экологической обстановке.

3. В отличие от захоронения и мусоросжигания, метод аэробного биотермического компостирования, является наиболее прогрессивным с точки зрения экологии, ресурсосбережения и экономики, поскольку нацелен не на ликвидацию отходов, а на их использование.

4. Компост, получаемый в результате переработки, является ценным органоминеральным удобрением, которое можно использовать в городском и сельском хозяйстве.

5. В процессе переработки и обезвреживания отходов выделяются ценные компоненты, которые находят свое применение как вторичное сырье, тем самым, сокращая использование природных ресурсов.

6. Все тяжелые металлы, которые присутствуют в исходных ТБО, обладают токсичными свойствами; кадмий, кобальт, хром, никель и ртуть являются наиболее опасными.

Сортировка, присутствующая в аэробном биотермическом компостировании, позволяет снизить концентрацию тяжелых металлов до предельно допустимой (табл. 3.2), что позволяет уменьшить опасность проникновения загрязняющих веществ в подземные водоносные горизонты и поверхностные воды.

Таблица 3.2

Содержание тяжелых металлов в исходных ТБО и компостируемой фазе ТБО

Металл	Ед. изм., мг/кг	Исходные ТБО	Компостируемая фаза ТБО	ПДК для компостов
1	2	3	4	5
Кадмий		2,0 – 12,4	0,59	≤5
Кобальт		2,0 – 12,3	0,4	≤25
Медь		131 – 143	105,6	≤300
Свинец		279 – 884	42,2	≤200
Цинк		325 – 1479	258,8	≤500
Никель		22,6 – 23,4	20,6	≤100
Хром		35 – 43	26,7	≤300
Ртуть		0,38	0,01	≤10

Из данных табл. 3.2. следует, что содержание тяжелых металлов в компостируемой фазе ТБО не превышает предельно допустимую концентрацию (ПДК) для компостов.

7. При захоронении отходов на полигонах в атмосферу выделяется высокотоксичный инфицированный биогаз, а при утилизации отходов методом биотермического компостирования это исключено, что является положительным фактором данной технологии утилизации ТБО.

3.1.2. Описание процесса переработки отходов

Метод биотермического компостирования в мировой практике начали применять в двадцатые годы, когда была доказана возможность обезвреживания ТБО за 20...30 суток в аэробных условиях. Разработанные в тридцатые годы биотермические барабаны превратили аэробное биотермическое компостирование в широко применяемую промышленную технологию обезвреживания и переработки ТБО. Используя комплекс технологических мероприятий, можно нормализовать содержание в компосте микроэлементов, в том числе солей тяжелых металлов. Из ТБО извлекается лом черных и цветных металлов.

При подготовке отходов к компостированию около 25...30 % из них не подлежат компостированию. Эти материалы сжигают на компостных заводах или подвергают пиролизу для получения тепловой энергии или пирокарбона, применяемого в металлургии, или вывозят на полигоны ТБО для захоронения. Для уменьшения объемов ТБО и их обезвреживания должна выполняться следующая последовательность технологических операций:

- сепарация исходных ТБО;
- утилизация выделенных компонентов;
- обезвреживание ТБО;
- сепарация компостируемой массы.

Основная операция по технологии обезвреживания и переработки твердых бытовых отходов – аэробное биотермическое компостирование. Технология промышленная, механизированная, ускоренная, экологически безопасная.

Для строительства завода по механической переработке ТБО в компост необходимы следующие оптимальные условия: наличие гарантированных потребителей компоста в радиусе 20...50 км и размещение завода у границ города на расстоянии до 15...20 км от центра сбора ТБО при численности обслуживаемого населения не менее 300 тыс. человек. Проектируемые технологические процессы переработки предназначены для ускоренного механизированного обезвреживания и переработки ТБО с целью получения полезных продуктов, используемых в народном хозяйстве: компост, лом черных и цветных металлов, топливные гранулы, текстиль товарный, полимеры.

Технологическая линия по обезвреживанию и переработке твердых бытовых отходов (рис.3.1.) включает следующие модули:

- приемный блок с разворотной площадкой;
- блок первичной сортировки;
- блок биотермического компостирования;
- блок вторичной сортировки;
- блок стеклосепарации;
- дробильный блок;
- блок подготовки компоста для продажи населению;
- склад компоста.

Бытовые отходы доставляются на завод кузовными мусоровозами: МКЗ – 10, КО – 415, КО – 413, КО – 424, КО – 431, МКТ – 110, МКТ – 150, грузоподъемностью 3 и 9 т.

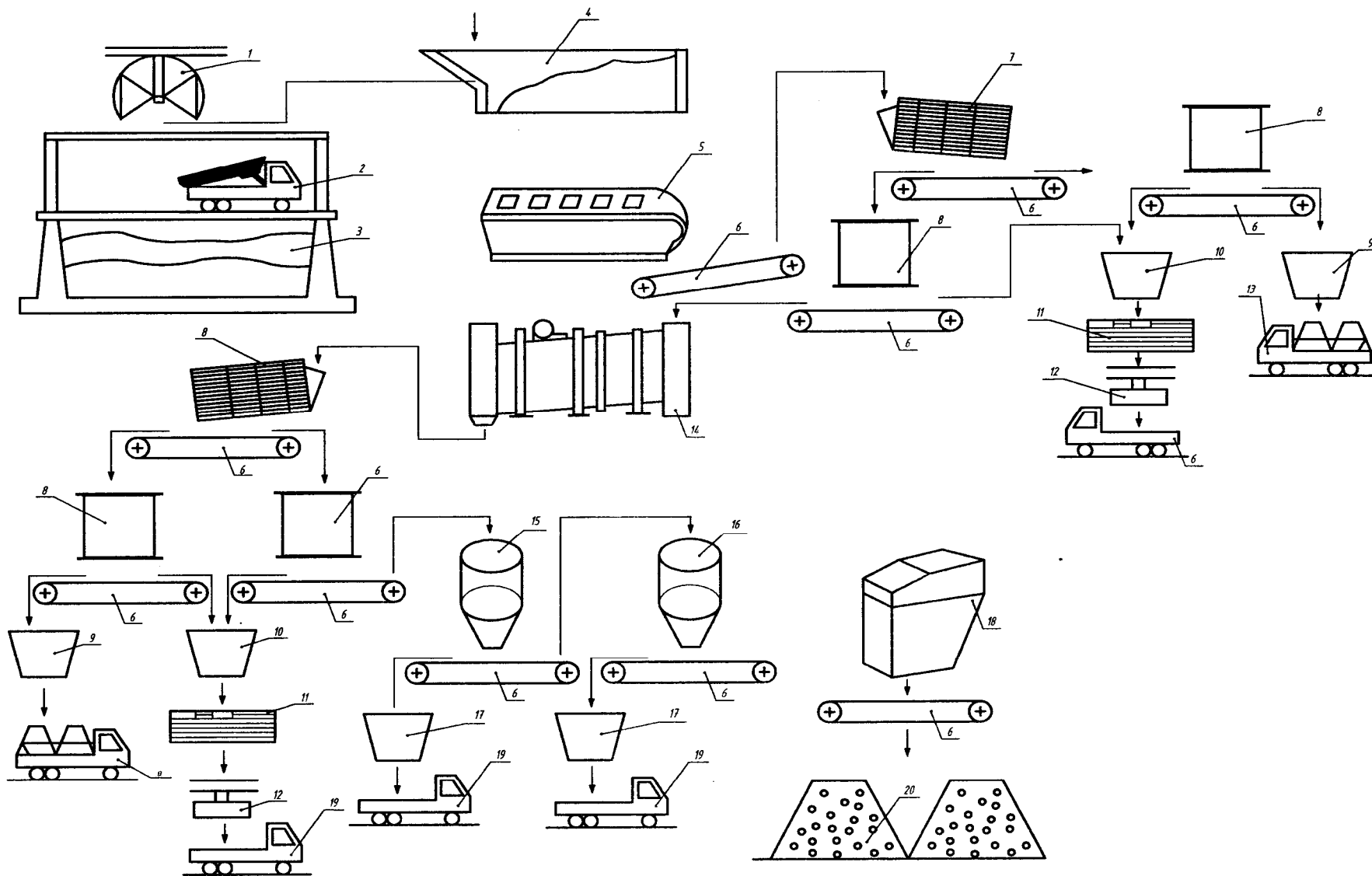


Рис. 3.1. Технологическая линия по обезвреживанию и переработке твердых бытовых отходов

Приемный блок с разворотной площадкой. На разворотной площадке, после маневрирования, мусоровозы (2) разгружаются. Разгрузка происходит в приемном блоке (4), на пластинчатые питатели (5), имеющие ширину 2,06 м и длину 14,6 м. Скорость движения пластин настила питателя 0,06...0,16 м/с. Возле каждого бункера предусмотрены два разгрузочных поста, исключающих непроизводительное скопление мусоровозов при разгрузке. К пластинам питателей приваривают металлические штыри для лучшего захвата подаваемого материала. Перед выходом из бункеров установлены специальные балки с зубьями для разрушения образующихся сводов мусора и регулирования толщины выходящего слоя отходов. Крупногабаритные отходы изымаются и складываются в установленные рядом автоприцепы с помощью захвата, подвешенного к кран-балке (3). С питателя, равномерно, ТБО перегружаются на ленточные конвейеры (6), имеющие ширину 1200 мм, которые транспортируют отходы в блок первичной сортировки.

Блок первичной сортировки. С ленточных конвейеров (6), транспортирующих ТБО из приемного блока, отходы поступают в сортировочный корпус, оснащенный грохотами (7), электромагнитными сепараторами (8), производящими первичную сортировку поступающих отходов.

С помощью конвейеров, подающих отходы из приемного корпуса, загружают цилиндрические грохоты КМ-202А. Диаметр сита грохота 2,5 м, длина 7,3 м. Размер ячеек сит 150...250 мм, частота вращения грохота 15 мин⁻¹, паспортная производительность до 25 т/ч.

Крупные некомпостируемые фракции (картонные ячейки, бумага, текстиль и т.п.) или так называемые некомпостируемые отходы (НБО) ссыпают на конвейер (6) и направляют в бункер балласта (9) и далее автотранспортом (12) вывозятся на полигон для захоронения.

Черный и цветной металл выбирают электромагнитными сепараторами (8).

Весь отобранный в цехе черный металл конвейерами подается в бункер металла (10) и далее на гидравлический пакетировочный пресс БВ-1330 (11). Пакеты металла выходят по двум рольгангам на площадку, оборудованную кран-балкой грузоподъемностью 1 т с электромагнитной шайбой М-23А, где пакеты складывают и затем отгружают потребителям. Производительность одного пресса 3 т/ч.

Цветной металл по конвейерам поступает в бункера-накопители.

Очищенная компостируемая масса, конвейерами транспортируется в блок биотермического компостирования.

Блок биотермического компостирования. Отсортированные отходы, предназначенные для компостирования, по конвейерам подают в загрузочные устройства биотермических барабанов (19), выполненных в виде вращающихся цилиндров марки КМ-102А.

Биотермический процесс обезвреживания отходов происходит благодаря активному росту групп термофильных микроорганизмов в аэробных условиях. Каждая группа, выполняя определенную функцию, способствует формированию трофической структуры, меняющейся с течением времени по мере созревания

компоста. Важным и определяющим моментом процесса компостирования является изменение температуры (рис. 3.2).

Максимум температуры соответствует выравниванию скоростей тепловыделения и теплопотерь. Кривая снижения температуры характеризует стабильное состояние компоста, при котором легко усваиваемые соединения распались, основная потребность в кислороде удовлетворена, а материал перестал плохо пахнуть. Выделяют четыре стадии компостирования – мезофильная, термофильная, стадия остывания и заключительная стадия.

Масса отходов сама разогревается до температуры 68 °С, при которой болезнетворные микроорганизмы погибают, и масса отходов обезвреживается.

Под действием развивающейся микрофлоры сложные, быстро гниющие органические вещества разлагаются, образуя компост.

Ежедневно каждый биобарабан (19) загружается на ½ полезного объема свежими отходами и одновременно разгружается. Таким образом, свежие отходы, загружаемые в барабан, попадают в среду с активным биотермическим процессом, что сокращает цикл их компостирования до двух суток. Пропускная способность каждого барабана от 50 до 120 т/ч.

Для обеспечения принудительной аэрации на корпусе биобарабана (19) установлены вентиляторы-наездники (20), которые подают свежий воздух в толщу находящихся в нем отходов. Количество подаваемого воздуха регулируется по зонам в зависимости от температуры и влажности материала. Оптимальная влажность для ускоренного процесса компостирования 40...45 %. Снаружи биобарабан покрывают слоем теплоизоляционного материала для сохранения требуемого температурного режима.

Биобарабан выполняет практически две функции: обеспечение в компостируемой массе требуемого биотермического процесса и механическое истирание отходов. Выходящий продукт по внешнему виду совсем не похож на исходный мусор.

Компост из биобарабанов выгружается на конвейеры (6), которыми транспортируется в блок вторичной сортировки.

Блок вторичной сортировки. Компост конвейерами (6) подается во вращающиеся грохоты (7) с ячейками сит Ø45 мм. Балластные фракции, размером более 45 мм из сит грохотов поступают на конвейеры (6). Далее железоотделителями (8) извлекается лом черных металлов, который через приемные бункеры-накопители (10) поступает в прессовые установки (11), прессуется и отправляется потребителю. Сепараторами цветных металлов, извлекается лом цветных металлов, который попадает в контейнеры. По мере накопления лом цветных металлов отправляется потребителям. Очищенные от черного и цветного металлолома балластные фракции конвейерами (6) подаются в бункер балласта (9) и далее автотранспортом (12) вывозятся на полигон для захоронения.

Фракции компоста, размером менее 45 мм, из грохотов (7) поступают на конвейеры (6), где из компоста железоотделителями (8) извлекается лом черных металлов, который через приемные бункеры – накопители (10) поступает в прессовые установки (11), прессуется и отправляется потребителям вторсырья.

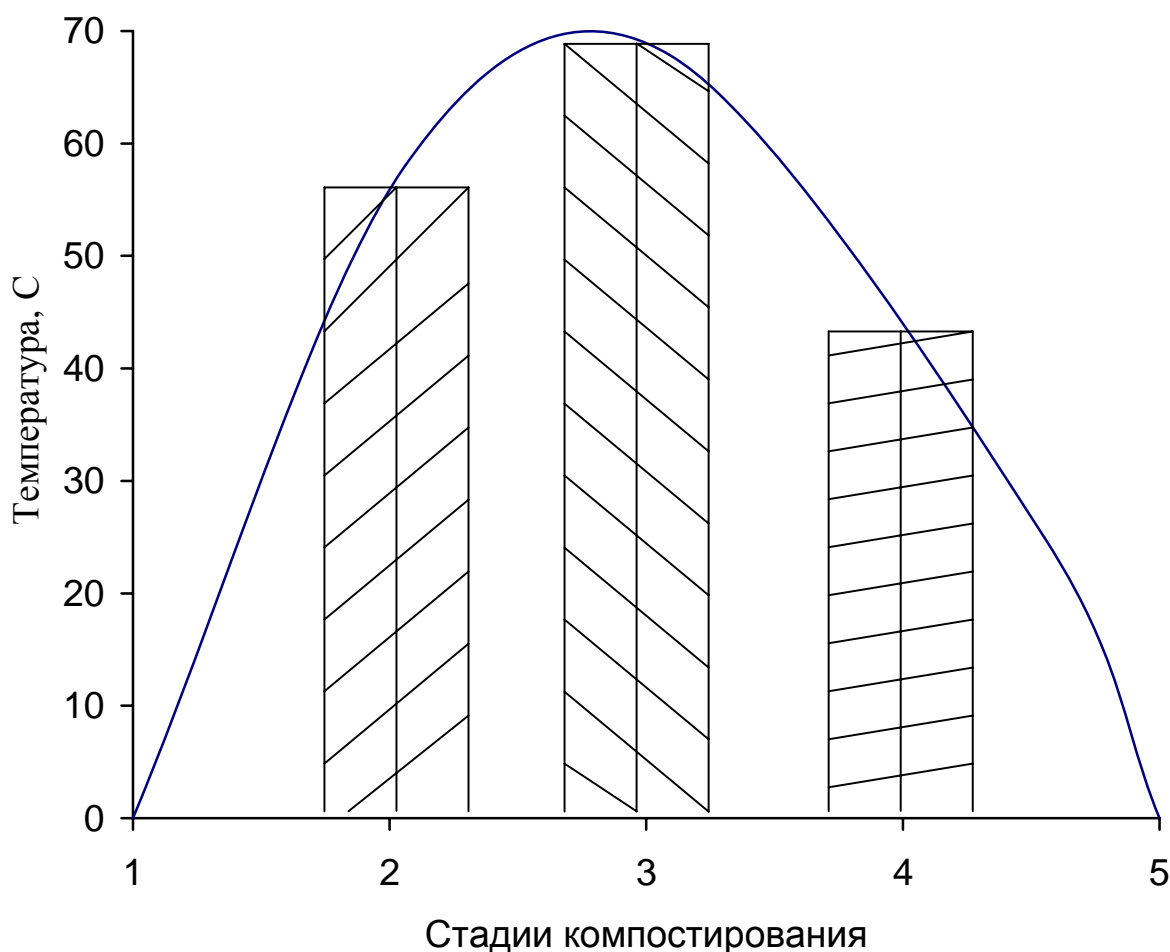


Рис. 3.2. Изменение температуры при компостировании

1-2 – стадия начала гибели грибков; 2-3 – стадия гибели грибков;
 3 – выравниванию скоростей тепловыделения и теплопотерь; 3-4 - стадия
 восстановления популяции грибов; 4-5 – стадия появления
 почвенных животных.

Очищенный от металла компост поступает в пневматический сепаратор пленки (13). При перегрузке компост продувается струей воздуха. Более легкие фракции полимерной пленки оседают медленнее и оказываются на ленте конвейера сверху над компостом. Далее пленка проходит зону разряжения и через диффузор по системе воздухопроводов и циклоны выгружается в контейнер и по мере накопления отправляется потребителям. Очищенный от металла и пленки компост конвейерами транспортируется в блок стеклосепарации.

Блок стеклосепарации. Компост транспортерами подается в баллистические сепараторы стекла (14) (конвейеры с быстрым движением ленты – 2...7 м/с). Материал летит в двойную воронку, разделенную перегородкой на два отсека. Тяжелые частицы (стекло, камни), обладающие большей инерцией, летят в дальний отсек, а легкие фракции (компост) ссыпаются в ближний. Упругие балластные фракции стекла попадают в балласт и далее конвейерами транспортируются в бункер накопитель, через который загружаются в контейнеры и по мере накопления отправляются потребителям.

Неупругая масса компоста конвейерами транспортируется в дробильный блок.

Дробильный блок. Компост конвейерами подается в молотковые дробилки (15). На первой стадии дробления в результате отскока от молотков балластные фракции подаются на конвейер и транспортируются в контейнера. Далее, по мере накопления, автотранспортом отправляются для захоронения на полигон. На второй стадии компост измельчается молотками и подается на конвейер с последующей транспортировкой на склад компоста (16) либо в отделение подготовки компоста для продажи населению.

Блок подготовки компоста для продажи населению. Компост с конвейера плужным сбрасывателем с электроприводом подается в инерционный грохот. Просеянный компост, освобожденный от балластных фракций, отправляется потребителям. Балластные фракции отводящим конвейером подаются в контейнеры и по мере накопления автотранспортом отправляются на полигон для захоронения.

Склад компоста. Компост с конвейера плужными сбрасывателями разгружается на складскую площадку в заданном месте. При помощи бульдозеров формируются штабели, которые периодически ворошатся и при необходимости увлажняются.

Большую часть территории, отводимой под размещение мусороперерабатывающего завода, занимают складские площадки для дозревания и хранения компоста.

Примерное время дозревания компоста на складе обычно не менее 2 мес при высоте штабеля до 2 м, а хранение дозревшего компоста – 3 мес при высоте штабеля до 5 м.

Упаковочное отделение. В этом отделении производится упаковка компоста (17) в специальные герметичные пакеты, для дальнейшего удобного складирования готового удобрения.

Склад упакованного материала. Склад (18) необходимо располагать непосредственно у транспортных путей, вблизи основных потребителей и разгрузочных средств, чтобы сократить объем погрузочно-разгрузочных работ.

Отгрузка компоста в качестве биотоплива осуществляется по потребности непосредственно после производственного цикла, а в качестве удобрения – по мере его дозревания.

Предусмотрен радиационный контроль, поступающих на переработку ТБО.

3.1.3. Режим работы предприятия

Данные по запроектированным режимам работы предприятия приведены в табл.3.3.

Таблица 3.3

Режим работы предприятия

Наименование	Количество рабочих суток в году	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч	Коэффициент использования оборудования	Годовой фонд времени работы оборудования, ч
1	2	3	4	5	6	7
Приемный блок	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Блок первичной сортировки	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Блок биотермического компостирования	247	2	8	3952	0,8	3161,6
Блок вторичной сортировки	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Блок стеклосепарации	247	2	8	3952	0,8	3161,6
Дробильный блок	247	2	8	3952	0,9	3556,8
Блок подготовки компоста для продажи населению	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Склад компоста	247	2	8	3952	0,8	3161,6

3.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам

В соответствии с принятым режимом работы технологической линии переработки отходов необходимо рассчитать производительность каждого технологического передела, начиная с блока первичной сортировки и завершая складированием компоста.

Приемный блок.

В соответствии с заданием производительность завода $\Pi = 450$ тыс. м³/г. С учетом средней плотности отходов $\rho = 0,2$ кг/м³, $\Pi = 90$ тыс. т/г

Таким образом, на пластинчатый питатель поступает 90000 т отходов в год.

Блок первичной сортировки, предусматривает разделение отходов на две фракции. Отходы размером более 250 мм – некомпостируемые бытовые отходы и отходы размером менее 250 мм, которые подвергаются дальнейшей переработке.

Исходя из компонентного состава ТБО (табл. 1) количество образуемых отходов после первичной сортировки составляет:

3465 т/г (3,85%) – некомпостируемые бытовые отходы (НБО);

1427,8 т/г (1,65%) - черный металл;

85107,2 т/г - компостируемая часть.

Блок биотермического компостирования.

В биобарабан поступает 85107,2 т/г отходов.

В результате биотермического компостирования объем отходов в барабане уменьшается в 3 раза и составляет на выходе 28369 т/г.

Блок вторичной сортировки, предусматривает разделение отходов на две фракции. Отходы размером более 50 мм и менее 50 мм.

Отходы размером более 50 мм составляют 6411 т/г (22,6 %) из которых:

6379 т/г - некомпостируемые бытовые отходы (НБО).

22,4 т/г (0,35%) - цветной металл;

9,6 т/г (0,15%) - черный металл;

Отходы размером менее 50 мм составляют 21958 т/г (77,4%), из них:

153,7 т/г (0,7%) – полиэтиленовая пленка;

318,4 т/г (1,45%) – стекло;

21485,9 т/г - поступает на дробление.

Дробильный блок.

На молотковую дробилку поступает 21485,9 т/г отходов.

Склад компоста.

Складированию подлежит 21485,9 т/г отходов.

Данные расчета производительности предприятия приведены в табл. 3.4.

Таблица 3.4

Производительность технологической линии по основным переделам

№ п/п	Наименование переделов	Производительность, т			
		в год	в сутки	в смену	в час
1	(операций)	3	4	5	6
1.	Приемный блок -пластинчатый питатель	90000	346	115,3	14,4

1	2	3	4	5	6
2.	Блок первичной сортировки: 1. более 250 мм: - НБО 2. ТБО размером менее 250 мм: -черный металл - компостируемая часть	3465 3465 86535 1427,8 85107,2	13,3 13,3 332,8 5,49 327,3	4,4 4,4 111 1,8 109,1	0,55 0,55 13,9 0,23 13,6
3.	Прессовочное отделение	1427,8	5,49	1,8	0,23
4.	Блок биотермического компостирования: - биобарабан	85107,2	327,3	109,1	13,6
5.	Вторичная сортировка: 1.Фракции размером более 50 мм: -цветной металл -черный металл - НБО 2.Фракции размером менее 50 мм: -пленка - стекло	28369 6411 22,4 9,6 6379 21958 153,7 318,4	109,1 24,7 0,09 0,04 24,5 84,56 0,59 1,22	36,4 8,2 0,03 0,012 8,2 28,2 0,2 0,4	4,5 1,03 0,0036 0,0015 1,02 3,5 0,024 0,05
6.	Прессовое отделение	9,6	0,04	0,012	0,0015
7.	Дробильный блок	21485,9	82,6	27,5	3,44
8.	Склад компоста	21485,9	82,6	27,5	3,44

Окончание табл. 3.4

В табл. 3.5 представлены данные исходных отходов, полуфабрикатов и готового компоста.

Таблица 3.5

Характеристика исходных отходов, полуфабрикатов и готового компоста

Наименование отходов и полуфабрикатов	Количество, т (м ³)			
	в год	в сутки	в смену	в час
1. Твердые бытовые отходы	90000(450000)	346(1730)	115,3(576,5)	14,4(72)
2. Некомпостируемые бытовые отходы	9844(49220)	37(85)	12,32(61,6)	1,54(7,7)
3. Черный металл	1437,4(179,7)	5,4(0,675)	1,8(0,225)	0,225(0,028)
4. Цветной металл	22,4(1,3)	0,08(0,005)	0,027(0,002)	0,0033 (0,0002)
5. Стекло	318,4(122,5)	1,2(0,46)	0,4(0,15)	0,05(0,019)
6. Пленка	153,7(167)	0,59(0,64)	0,2(0,22)	0,024(0,026)
7. Компостируемые отходы	85107,2(425536)	320(1600)	106,7(533,5)	13,3(66,5)

3.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов

Необходимое количество аппаратов и оборудования определяется в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 2. Ниже приведен расчет основного оборудования по сортировке, дроблению, биотермическому компостированию.

Приемный блок.

Пластинчатый питатель.

$$M_n = 14,4 \text{ т/ч} / 50 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,3.$$

Количество пластинчатых питателей, подлежащих установке - 1 шт.

Блок первичной сортировки.

Грохот (КМ-202А).

$$M_n = 14,15 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,6.$$

Количество грохотов, подлежащих установке – 1 шт.

Отделитель черного металла (ПС-120М).

$$M_n = 0,23 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,03.$$

Количество металлоотделителей, подлежащих установке – 1 шт.

Блок биотермического компостирования.

Биотермический барабан.

$$M_n = 13,6 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,59.$$

Количество биобарабанов, подлежащих установке – 1 шт.

Блок вторичной сортировки.

Грохот (КМ-201А).

$$M_n = 4,5 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,19.$$

Количество грохотов подлежащих установке – 1 шт.

Отделитель черного металла (Ш65-63М).

$$M_n = 0,0015 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0002.$$

Количество металлоотделителей, подлежащих установке – 1 шт.

Сепаратор цветного металла.

$$M_n = 0,0036 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0002.$$

Количество сепараторов цветного металла, подлежащих установке – 1 шт.

Пневматический сепаратор пленки.

$$M_n = 0,024 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,001.$$

Количество сепараторов пленки, подлежащих установке – 1 шт.

Сепаратор стекла.

$$M_n = 0,05 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0022.$$

Количество сепараторов стекла, подлежащих установке – 1 шт.

Дробильный блок.

Молотковая дробилка.

$$M_n = 3,44 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,15.$$

Количество молотковых дробилок, подлежащих установке – 1 шт.

Прессовое отделение.

Исходя из технологической целесообразности, в процессе переработки пакетирующий пресс необходим в первичной и вторичной сортировке, количество пакетирующих прессов принимаем равным 2 шт.

Пакетирующий пресс.

$$M_n = 0,0015 \text{ т/ч} / 3 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0005.$$

Количество пакетирующих прессов, подлежащих установке – 1 шт.

Расчет бункеров.

Бункер для накопления НБО.

$$V = 7,7 \text{ м}^3/\text{ч} / 0,9 = 8,6.$$

Количество бункеров принимаем 9 шт.

Бункер-накопитель черного металла.

$$V = 0,028 \text{ м}^3/\text{ч} / 0,9 = 0,03.$$

Количество бункеров-накопителей, подлежащих установке 1 шт.

Бункер-накопитель цветного металла.

$$V = 0,0002 \text{ м}^3/\text{ч} / 0,9 = 0,00022.$$

Количество бункеров-накопителей, подлежащих установке 1 шт.

Бункер - накопитель пленки.

$$V = 0,026 \text{ м}^3/\text{ч} / 0,9 = 0,029.$$

Количество бункеров, подлежащих установке 1 шт.

Бункер – накопитель стекла.

$$V = 0,019 \text{ м}^3/\text{ч} / 0,9 = 0,02.$$

Количество бункеров, подлежащих установке 1 шт.

Расчет склада компоста.

$$S = (1730 \text{ м}^3/\text{с} \cdot 90 \text{ с} / 1,9 \text{ м}) \cdot 1,5 \cdot 1,3 = 159797 \text{ м}^2.$$

Требуемая площадь под складирование компоста - 159797 м².

3.1.6. Ведомость оборудования

Ведомость оборудования предприятия показана в табл. 3.6.

Таблица 3.6.

Ведомость оборудования

№ п/п	Наименование и краткая характеристика оборудования	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1.	Пластинчатый питатель ПП 2-24-120 Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 50-120 14,60 × 5,50 × 2,06 121
2.	Грохот КМ-202А Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 3,50 × 4,00 × 4,70 22
3.	Металлоотделитель ПС-120М Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 8 4,0 × 2,0 × 1,2 19,5
4.	Биобарабан КМ-102А Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 60 × 4 287
5.	Грохот КМ-201 Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 10,0 × 5,0 × 5,50 25
6.	Металлоотделитель Ш65-63М Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 8 4,50 × 1,53 × 0,83 3,2

1	2	3	4
7.	Сепаратор цветного металла КМ-203 Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 8 $1,80 \times 2,60 \times 0,9$ 40
8.	Пневматический сепаратор пленки КМ-204 Производительность Габариты Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 $15,0 \times 4,0 \times 3,5$ 37,5
9.	Сепаратор стекла КМ-205А Производительность Габариты: Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 $6,0 \times 7,0 \times 6,0$ 8,6
10.	Молотковая дробилка КМ-001 Производительность Габариты: Мощность	шт. т/час м кВт	1 25 $3,10 \times 2,55 \times 2,05$ 90
11.	Пакетирующий пресс БВ-1330 Производительность Мощность	шт. т/час кВт	2 3 22

3.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах

Расчет расхода электроэнергии для каждой группы электродвигателей ведется по форме, прилагаемой в табл. 3.7.

Таблица 3.7

Форма расчета потребляемой электроэнергии

№ п/п	Наименование электрооборудования с электродвигателем	Количество единиц оборудования, шт.	Мощность электро- двигателей, кВт		Продолжительность работы в смену, ч	Коэффициент использования во времени	Коэффициент загрузки по мощности	Часовой расход электроэнергии с учетом коэффициента использования загрузки по мощности, кВт/ч
			единицы	общая				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Пластинчатый питатель	1	121	121	8	0,85	1	102,85
2.	Грохот КМ- 202А	1	22	22	8	0,85	1	18,7
3.	Металлоотде- литель ПС- 120М	1	19,5	19,5	8	0,85	1	16,58
4.	Биотермическ ий барабан	1	287	287	8	0,8	1	229,6
5.	Грохот КМ- 201	1	25	25	8	0,85	1	21,25
6.	Металлотде- литель Ш65- 63М	1	3,2	3,2	8	0,85	1	2,72
7.	Сепаратор цветного металла	1	40	40	8	0,85	1	34
8.	Пневматическ ий сепаратор пленки	1	37,5	37,5	8	0,85	1	31,88
9.	Сепаратор стекла	1	8,6	8,6	8	0,8	1	6,88

1	2	3	4	5	6	7	8	9
10.	Молотковая дробилка	1	90	90	8	0,9	1	81
11.	Пакетирующей пресс	2	22	44	8	0,6	0,55	14,52

Полученные результаты по расчету потребности в энергетических ресурсах (топливо, электроэнергия) сведены в табл. 3.8.

Таблица 3.8

Потребность линии в энергетических ресурсах

№ п/п	Наименование технологического передела	Наименование ресурса, единица измерения	Расходы			
			в час	в смену	в сутки	в год
1	2	3	4	5	6	7
1.	Приемный блок	Электроэнергия, кВт/ч	102,85	822,8	2468,4	641784
2.	Блок первичной сортировки	Электроэнергия, кВт/ч	35,281	282,24	846,72	220147,2
3.	Блок биотермического компостирования	Электроэнергия, кВт/ч	229,6	1836,8	5510,4	1432704
4.	Блок вторичной сортировки	Электроэнергия, кВт/ч	89,85	718,8	2156,4	560664
5.	Блок стеклосепарации	Электроэнергия, кВт/ч	6,88	55,04	165,12	42931,2
6.	Дробильный блок	Электроэнергия, кВт/ч	81	648	1944	505440
7.	Прессовое отделение	Электроэнергия, кВт/ч	14,52	116,16	348,48	90604,8

3.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду

4. ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ПЕРЕРЕБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

4.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов

4.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки крупногабаритных бытовых отходов

Предлагаемый способ и линия для его осуществления направлены на устранение вышеперечисленных недостатков. Технический результат предлагаемого изобретения заключается в следующем: возможность проведения комплексной первичной сортировки по размерам с утилизацией всех компонентов смешанных отходов, в том числе и мелкой фракции, с выделением из нее в конечном итоге стекла, и смеси «тяжелых металлов».

Решение поставленных технических задач достигается следующим образом. Способ переработки смешанных отходов включает разделение отходов на различные фракции, пропускание их через несколько операций обработки, проведение сепарации отходов в водной среде, растворение этих материалов, утилизация полученных фракций.

Согласно изобретению партию крупногабаритных (смешанных) отходов подают порциями в дозирующий бункер, под которым находится валково-роторная дробилка. Измельченные в ней крупные отходы поступают на приемно-передающее устройство, далее в ходе предварительной сортировки партию отходов разделяют по размерам в сепараторе-делителе (грохоте) на две фракции: до 300 мм и более. Затем часть отходов из первого потока после вторичной сортировки моют, дезинфицируют, дегельминтизируют в моечных барабанах, а потом происходит отделение из оставшейся массы черных и цветных металлов. Разделение смешанных отходов в представленном способе на два потока и использование моечного барабана позволяет не только полностью извлечь из них полезные компоненты в ускоренном режиме, что повышает производительность всей линии, но и удалить и обезвредить вредные и опасные вещества и компоненты. Способ позволяет перерабатывать до 100% смешанных отходов, подключая к ним смывы жидкости, образовавшейся после мойки автотранспорта, разгрузочных площадок и т.п., и выделяя из них полезные компоненты, в результате чего исключается необходимость в полигонах и в сжигании некоторых компонентов отходов.

Обеззараживание и дегельминтизация смешанных отходов производится в моечных барабанах, где в результате обработки мощным электромагнитным полем с прохождением так называемого рН-скачка полностью избавляются от болезнетворной микрофлоры, а также гельминтов.

Линия переработки смешанных отходов включает несколько обрабатывающих устройств для разделения отходов на различные фракции, измельчающие устройства. Кроме того, линия оснащена датчиками для проведения экспресс-анализа. В моечном барабане значение рН достигает

максимума в интервале 9-12 единиц. Данный процесс не имеет отходов, соответственно и не имеет надобности в полигонах.

4.1.2. Описание процесса переработки

Линия комплексной переработки крупногабаритных отходов (рис. 4.1) содержит валково-роторную дробилку, находящееся под дозирующим бункером приемно-передающее устройство (питатель) 5, которое находится в закрытом помещении, оснащено мощной приточно-вытяжной вентиляцией. Приемно-передающее устройство 5 состоит из разгрузочных площадок в количестве от шести до десяти штук с гидropодъемными устройствами и приспособлениями для дозированной подачи отходов. Приспособление для дозированной подачи выполнено в виде параллельных рядов. В рабочем положении, т.е. во время прижимания партии отходов, ряды гребенки расположены поперек каждой площадки для предотвращения повреждения транспортера при разгрузке отходов.

Подающее устройство 5, взаимосвязано с сепаратором-делителем (грохотом) 7, предназначенным для разделения по размерам партии отходов на два потока:

поток I - крупные фракции более 300 мм. В среднем поток I составляет около 40% от общего объема отходов.

поток II - фрагменты с размерами от 300 мм и менее. Поток II составляет 60%.

Первый поток подвергается магнитной сепарации 8 (сепаратор черных и цветных металлов), выделяя, цветные и чёрные металлы. Затем оставшая масса данного потока проходит через измельчитель. И после измельчения идет как сырье на изготовление продукции.

Второй поток после прохождения через грохот поступает в моечный барабан 14, где происходит растворение всех жиров и растворимых элементов. Также в барабане происходит обеззараживание всех оставшихся отходов. Далее из барабана масса отходов проходит отделение цветных и черных металлов, а также сепарацию стекла. Оставшаяся масса идет как готовый материал во вторичное производство.

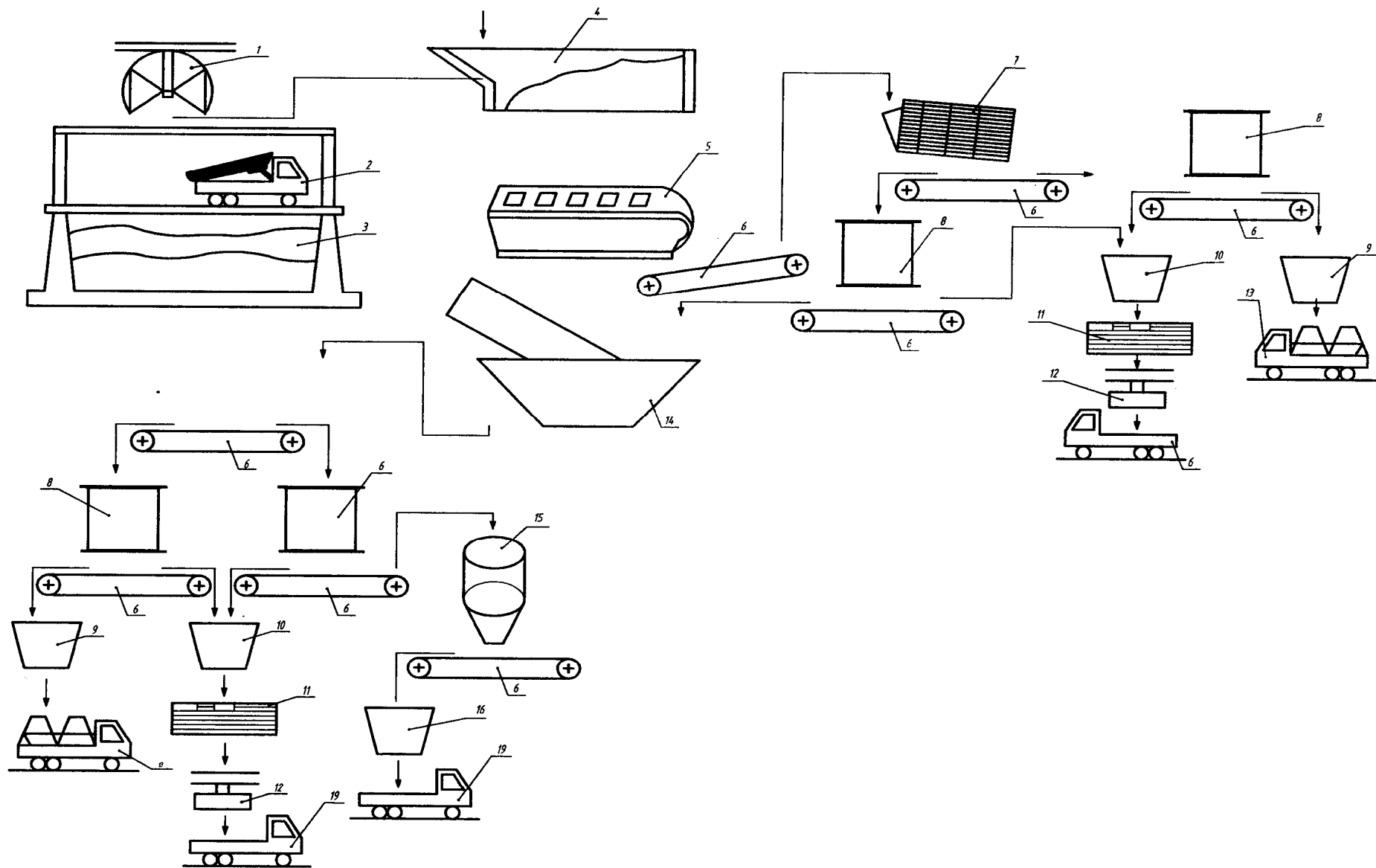


Рис. 4.1. Линия комплексной переработки крупногабаритных отходов

4.1.3. Режим работы технологической линии по переработке крупногабаритных бытовых отходов

Режим работы технологической линии представлен в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Режим работы технологической линии

Наименование технологического передела	Количество рабочих суток	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены	Годовой фонд рабочего времени	Коэффициент использования оборудования	Годовой фонд времени работы оборудования
Приёмный блок	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Блок первичной сортировки	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Моечный блок	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Блок вторичной сортировки	247	2	8	3952	0,85	3359,2

4.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам

Расчет производительности каждого технологического передела, начиная с блока первичной сортировки и завершая вторичной сортировкой отходов производится в соответствии с принятым режимом работы технологической линии

Приемный блок.

В соответствии с заданием производительность завода $\Pi = 480 \text{ м}^3 / \text{г}$. С учетом средней плотности крупногабаритных отходов $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$, $\Pi = 400 \text{ т/г}$.

Таким образом, на пластинчатый питатель поступает 400 т отходов в год.

Блок первичной сортировки предусматривает разделение отходов на две фракции. Отходы размером более 300 мм, которые подвергаются сепарации и измельчению, а затем направляют во вторичное производство, и размером менее 300 мм, которые подвергаются дальнейшей переработке.

Так как отходы размером более 300 мм составляют 40 % (160 т), то количество образуемых отходов после первичной сортировки составляет 240 т (60 %), из которых 1,65 % (6,6 т) – черный металл.

Таким образом, в моечный блок поступает 233,4 т отходов в год.

Моечный блок.

В моечном блоке происходит растворение всех жиров и растворимых элементов. Количество этих веществ составляет 0,5 % от общей массы поступивших отходов, т.е. 1,167 т в год.

Таким образом, на вторичную сортировку поступает 232,23 т отходов в год.

Блок вторичной сортировки, предусматривает отделение черных и цветных металлов, а также сепарацию стекла. В результате количество выделенного цветного металла составляет 0,8 т (0,35 %); черного металла – 0,35 т (0,15 %); стекла – 3,4 т (1,45 %).

Таким образом, после блока вторичной сортировки масса отходов, подлежащих вторичной переработке, составляет 227,7 т в год.

Расчет производительности проводят по форме табл.4.2.

Таблица 4.2

Расчет производительности

№ п/п	Наименование технологического передела	Производительность, т			
		в год	в сутки	в смену	в час
1.	Приёмный блок - пластинчатый питатель	400	1,54	0,51	0,06
2.	Блок первичной сортировки				
	1. более 300 мм	160	0,60	0,20	0,025
	2. менее 300 мм	240	0,92	0,31	0,04
	- черный металл	6,6	0,03	0,008	0,001
3.	Моечный блок - моечный барабан	233,4	0,898	0,299	0,0374
4.	Блок вторичной сортировки:	232,23	0,893	0,298	0,0372
	- черный металл	0,35	0,0013	0,00045	0,00006
	- цветной металл	0,8	0,003	0,001	0,00013
	- стекло	3,4	0,013	0,0044	0,0005
5.	Прессовое отделение	6,95	0,027	0,0089	0,0011

В табл. 4.3 представлены данные исходных отходов, полуфабрикатов и отходов, идущих во вторичную переработку.

Таблица 4.3

Характеристика исходных отходов и полуфабрикатов

Наименование отходов и полуфабрикатов	Количество, т (м ³)			
	в год	в сутки	в смену	в час
1. Бытовые крупногабаритные отходы	400(480)	1,54(1,85)	0,51(0,612)	0,06(0,072)
2. Черный металл	6,95(8,34)	0,027(0,029)	0,0089(0,012)	0,0011(0,0013)

3. Цветной металл	0,8(0,96)	0,003(0,0036)	0,001(0,0012)	0,00013(0,00015)
4. Стекло	3,4(4,08)	0,013(0,016)	0,0044(0,0053)	0,0005(0,0006)

4.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов

Необходимое количество аппаратов и оборудования определяется в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 2.

Приемный блок.

Валково-роторная дробилка ВР 150 М.

$$M_n = 3,44 \text{ т/ч} / 100 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,04.$$

Количество валково-роторных дробилок, подлежащих установке – 1 шт.

Пластинчатый питатель ПП 2-24-120.

$$M_n = 0,06 \text{ т/ч} / 50 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,002.$$

Количество пластинчатых питателей, подлежащих установке – 1 шт.

Блок первичной сортировки.

Грохот КМ 202А.

$$M_n = 0,025 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,001.$$

Количество грохотов, подлежащих установке – 1 шт.

Моечный барабан МБ 42-25.

$$M_n = 0,0374 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,13.$$

Количество моечных барабанов, подлежащих установке – 1 шт.

Сепаратор черных металлов ПС 120М.

$$M_n = 0,0011 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0002.$$

Количество металлоотделителей, подлежащих установке – 1 шт.

Сепаратор цветных металлов КМ 203.

$$M_n = 0,00013 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,00002.$$

Количество сепараторов цветного металла, подлежащих установке – 1 шт.

Блок вторичной сортировки.

Сепаратор стекла КМ 205А.

$$M_n = 0,0005 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,00002.$$

Количество сепараторов стекла, подлежащих установке – 1 шт.

Измельчитель (молотковая дробилка КМ 001.

$$M_n = 3,44 \text{ т/ч} / 25 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,15.$$

Количество измельчителей, подлежащих установке – 1 шт.

Прессовое отделение.

Исходя из технологической целесообразности, в процессе переработки пакетирующий пресс необходим в первичной и вторичной сортировке, количество пакетирующих прессов принимаем равным 2 шт.

Пакетирующий пресс БВ 13-30.

$$M_n = 0,0011 \text{ т/ч} / 3 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,0002.$$

Количество пакетирующих прессов, подлежащих установке – 1 шт.

4.1.6. Ведомость оборудования

Ведомость оборудования составляют по форме табл.4.4.

Таблица 4.4

Ведомость оборудования

№ п/п	Наименование и краткая характеристика оборудования	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1.	Валково-роторная дробилка ВР 150М Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 100-150 182
2.	Пластинчатый питатель ПП 2-24-120 Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 50-120 121
3.	Грохот КМ 202А Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 25 22
4.	Моечный барабан МБ 42-25 Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 25 42
5.	Сепаратор черных металлов ПС 120М Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 8 18
6.	Сепаратор цветных металлов КМ 203 Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 8 18
7.	Сепаратор стекла КМ 205 Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 25 104
8.	Измельчитель (молотковая дробилка КМ 001) Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	1 25 108
9.	Пакетирующий пресс БВ 13-30 Производительность Мощность	шт. т/ч кВт/ч	2 30 22

4.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах

Расчет потребности в энергетических ресурсах приведен в табл.4.5.

Таблица 4.5

Расчет потребности в энергетических ресурсах

№ п/п	Наименование электрооборудования с электродвигателем	Количество единиц Оборудования, шт.	Мощность электро-двигателей, кВт		Продолжительность работы в смену, ч	Коэффициент использования во времени	Коэффициент загрузки оборудования (по мощности)	Часовой расход электроэнергии с учетом коэффициентов, кВт/ч
			единицы	общая				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Валково-роторная дробилка ВР 150М	1	182	182	8	0,85	1	154,7
2.	Пластинчатый питатель ПП 2-24-120	1	121	121	8	0,85	1	102,85
3.	Грохот КМ 202А	1	22	22	8	0,85	1	18,7
4.	Моечный барабан МБ 42-25	1	42	42	8	0,8	1	33,6
5.	Сепаратор черных металлов ПС 120М	1	18	18	8	0,85	1	15,3
6.	Сепаратор цветных металлов КМ 203	1	18	18	8	0,85	1	15,3
7.	Сепаратор стекла КМ 205	1	104	104	8	0,8	1	83,2
8.	Измельчитель (молотковая дробилка КМ 001)	1	108	108	8	0,9	1	97,2
9.	Пакетирующий пресс БВ 13-30	2	22	44	8	0,6	0,55	14,52

Полученные результаты по расчету потребности в энергетических ресурсах сведены в табл. 4.6.

Таблица 4.6

Потребность линии в энергетических ресурсах

№ п/п	Наименование технологического передела	Наименование ресурса, единица измерения	Расходы			
			в час	в смену	в сутки	в год
1	2	3	4	5	6	7
1.	Приемный блок	Электроэнергия, кВт/ч	257,55	2060,4	6181,2	1607112
2.	Блок первичной сортировки	Электроэнергия, кВт/ч	82,9	663,2	1989,6	517296
3.	Блок вторичной сортировки	Электроэнергия, кВт/ч	180,4	1443,2	4329,6	1125696
4.	Прессовое отделение	Электроэнергия, кВт/ч	14,52	116,16	348,48	90604,8

4.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду

Технология переработки крупногабаритных отходов (КГО) осуществляется в соответствии с нормативными документами, регламентирующими организационную структуру, комплексное решение технических, экологических и экономических проблем развития отрасли городского хозяйства по сбору, транспортировке и обезвреживанию отходов.

Создание новой отрасли городского хозяйства - системы очистки города от крупногабаритных отходов - требует четкого согласования технических, организационных и экономических мероприятий. Изменение технической базы отрасли влечет изменение структуры управления, тарифной политики.

В целях совершенствования системы управления санитарной очисткой города, проведения контроля над деятельностью организаций, занятых вывозом КГО, и осуществления единой экономической политики, а также для качественного изменения ситуации, предлагается изменить существующую систему управления, введя функции единого по городу генподрядчика на переработку и захоронение КГО.

Существуют два основных направления природоохранной деятельности предприятий. Первое — очистка вредных выбросов. Этот путь «в чистом виде» малоэффективен, так как с его помощью далеко не всегда удастся полностью прекратить поступление вредных веществ в биосферу. К тому же сокращение уровня загрязнения одного компонента окружающей среды ведет к усилению загрязнения другого.

Например, установка влажных фильтров при газоочистке позволяет сократить загрязнение воздуха, но ведет к еще большему загрязнению воды.

Уловленные из отходящих газов и сливных вод вещества часто отравляют значительные земельные площади.

Использование очистных сооружений, даже самых эффективных, резко сокращает уровень загрязнения окружающей среды, однако не решает этой проблемы полностью, поскольку в процессе функционирования этих установок тоже вырабатываются отходы, хотя и в меньшем объеме, но, как правило, с повышенной концентрацией вредных веществ. Наконец, работа большей части очистных сооружений требует значительных энергетических затрат, что, в свою очередь, тоже небезопасно для окружающей среды.

Кроме того, загрязнители, на обезвреживание которых идут огромные средства, представляют собой вещества, на которые уже затрачен труд и которые за редким исключением можно было бы использовать в народном хозяйстве.

Для достижения высоких эколого-экономических результатов необходимо процесс очистки вредных выбросов совместить с процессом утилизации уловленных веществ, что сделает возможным объединение первого направления со вторым.

Второе направление — устранение самих причин загрязнения, что требует разработки малоотходных технологий производства, которые позволяли бы комплексно использовать исходное сырье и утилизировать максимум вредных для биосферы веществ.

Так как не для всех производств найдены приемлемые технико-экономические решения по резкому сокращению количества образующихся отходов и их утилизации, поэтому в настоящее время приходится работать по обоим указанным направлениям.

Забываясь о совершенствовании инженерной охраны окружающей природной среды, надо помнить, что никакие очистные сооружения и безотходные технологии не смогут восстановить устойчивость биосферы, если будут превышены допустимые (пороговые) значения сокращения естественных, не преобразованных человеком природных систем, в чем проявляется действие закона незаменимости биосферы.

Мойка отходов, защитный экран, бесконтактный способ сортировки, сидячие рабочие места с соблюдением всех норм эргономики, кондиционирование воздуха создают комфортные условия для сортировщиков.

Применяемая вода проходит полную очистку и вновь используется в технологическом процессе, т.е. используется в замкнутом цикле с подпиткой на естественную убыль в размере 5-7% от общего объема воды.

5. ПРИМЕР РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И ОТРАБОТАВШЕЙ СВОЙ СРОК БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

К изделиям бытовой техники, подлежащих переработке относятся: телевизоры, компьютеры, холодильники, музыкальные центры, видеомэагнитофоны, радиоприемники и другие образцы. Практически почти все эти изделия содержат микроэлектронику (в блоках, платах, схемах), хотя и имеют особенности устройства.

До поступления на технологическую линию эти изделия на пункте сбора должны быть разобраны на составные части.

После разборки и предварительной сортировки образуются отходы в виде: металлов (черных, цветных, драгоценных, редкоземельных); неметаллов (бумага, резина, древесина, пластмасса, керамика, ткань, стекло).

В последние десятилетия повсеместное распространение получили телевизоры (кинескопные, плазменные и жидкокристаллические) и особенно персональные компьютеры.

Накопление компьютерного лома связано с тем, что компьютерная техника быстро устареваеа. Производство персональных компьютеров обновляется 1 раз в 7 лет. По международным меркам компьютерную технику необходимо заменять 1 раз в 3 года. Если учесть, что в России эксплуатируется в настоящее время 7,5 млн. компьютеров (в США – 70 млн., в Германии – 11 млн.), то можно представить количество компьютерного лома и необходимость его переработки.

Практика его переработки показывает – из 1 т компьютерного лома извлекается: черных металлов – 480 кг, меди – 200 кг, алюминия – 32 кг, серебра – 3 кг, золота – 1 кг, палладия – 0,3 кг, галлий, олово, гадолиний.

5.1. Основная часть. Процессы и аппараты переработки отходов

5.1.1. Выбор и обоснование технологического процесса переработки

В настоящее время существует значительное количество технологических линий по переработке электронных отходов. Например, система переработки электронных отходов, предлагаемая фирмой Eldan является модульной и спроектирована конкретно для переработки продуктов электронной техники (WEEE – Waste Electrical and Electronic Equipment). Однако, затраты на ее покупку, установку и эксплуатацию достаточно велики.

В мировой практике для извлечения металлов из электронного скрапа используют сжигание и плавление, а также процессы гидрометаллургии. Такие процессы и технологии достаточно дороги и приводят к выделению флоксидов и канцерогенов. Они отличаются большой материало- и энергоемкостью, значительная часть отходов электронного скрапа подлежит захоронению. При

традиционных способах переработки теряются сопутствующие компоненты - пластики, текстолит, дерево.

Первая комплексная линия по переработке и сортировке электротехнического скрапа с получением полиметаллического концентрата в РФ разработана НПК «Механобр-Техника». Этот комплекс позволяет получать гранулированные частицы очищенной меди и алюминия, а так же пластик и полиметаллический концентрат, содержащий серебро, золото, платину, палладий, медь, и другие металлы, с содержанием неметаллической фракции не более 10%. Технологический процесс позволяет обеспечить извлечение 92 – 98 % металла в зависимости от качества скрапа.

Линия по переработке и сортировке электротехнического скрапа НПК «Механобр-Техника» в настоящее время считается уникальной Российской разработкой. Зарубежные аналоги технологической линии достаточно дороги и отличаются значительной энергоемкостью. Отличительной особенностью данной линии является возможность работать автономно, то есть отдельным мини-заводом. В качестве примера: при переработке военного электронного скрапа установка окупается за 30 дней после пуска, при переработке кабеля - за 2 месяца.

Производственный комплекс эксплуатируется на заводе «ТЭЖОН» в Санкт-Петербурге и используется, в частности, для переработки электроники и ластмасс в компании Sankyo Frontier (Япония).

5.1.2. Описание процесса переработки отходов

Изношенные компьютеры, холодильники, телевизоры - словом, все приборы и электронные схемы можно перерабатываться в установке целиком. Сущность процесса переработки заключается в принудительном измельчении материала ударно-импульсным воздействием. Например, отработавший свой жизненный цикл игровой автомат, установка перерабатывает в мелкую 5-миллиметровую крошку. При этом, заменяются сложнейшие процессы плавки, распыления, экстракции, металлообработки.

Измельченные отходы, содержащие металлы, дерево, стекло, подвергаются сепарации. Метод сепарации основан на использовании эффекта электростатики: (скорость прилипания отдельных материалов различна). Таким образом происходит разделение пластмасс по сортам. Одновременно отделяются металлы от пластмасс. Пластмассы, которые не обладают электропроводностью, липнут к барабану. А электропроводящие металлы, наоборот, скапливаются под барабаном.

Затем металлический порошок, лишенный пластмассовых включений, идет в электромагнитный сепаратор. Металлы, которые магнитятся, идут "налево", а те, что не обладают магнитными свойствами, "направо". Из этого металлического концентрата на существующих заводах на основе гидрометаллургического процесса "добывают" драгоценные металлы 99,9%-ной чистоты и цветные металлы.

Технологическая линия по обезвреживанию и переработке отходов микроэлектроники и отработавшей свой срок бытовой техники включает следующие модули:

- приемный блок с разворотной площадкой;
- дробильный блок;
- блок сортировки.

Данная линия предназначена для переработки следующих изделий и материалов:

- изделия: резистивные схемы, конденсаторы на керамической основе, конденсаторы на танталовой основе, переключатели и реле, изделия для микроволновой техники, считывающие устройства, преобразователи, микроэлектронные схемы, разъемы, печатные схемы, проволока, сетки, кабели, полупроводники;

- материалы: бой зеркального стекла, бой термостекла, бой позолоченного фарфора, зола фотобумаги, Pd-катализаторы, печатные платы, штекерные соединения, подложки, элементы выключателей, транзисторные стекла, пакетированный лом, отходы гальванотехники.

Продуктами переработки используются в различных отраслях:

Золото - производство ювелирных изделий, электронная и электротехническая промышленность, художественно-декоративная область, стоматология.

Серебро - электронная, электротехническая, фото-кинопромышленность, производство ювелирных изделий, стоматология и медицина, производство зеркал.

Платина - автомобильная, химическая, ювелирная, нефтяная промышленность, медицина и стоматология, электротехника, производство стекла.

Палладий - автомобилестроение, нефтехимия, электронная и электротехническая промышленность, производство ювелирных изделий, медицина.

Иридий - часто используют как упрочняющий элемент в сплавах с платиной и палладием, химическая промышленность, электротехника, изготовление инструментов для операций на сердце, ювелирная промышленность, лазерная техника, медицина.

Радий - автомобильная промышленность, производство стекол, сплавы для зубного протезирования и ювелирных изделий, химии, нефтехимии.

В качестве вторсырья можно выделить пластик, резину, дерево.

Линия по переработке отходов микроэлектроники (рис. 5.1) включает:

Приемный блок с разворотной площадкой. На разворотной площадке после маневрирования, мусоровозы (2) разгружаются. Разгрузка происходит в приемном блоке (4), на пластинчатые питатели (5). Далее отходы поступают в дробильный блок.

Дробильный блок. С пластинчатого питателя (5) отходы поступают в роторно – ножевой измельчитель (6), где происходит дробление плат и кусков кабеля. Далее по ленточному конвейеру (14) поступают ударно – роторный дезинтегратор (7), который позволяет получать после первичного измельчения на выходе размеры частиц не более 10 мм.

Блок сортировки. По конвейерам (14) отходы транспортируют в барабанный грохот (8), где происходит разделение части на 2 класса крупности. Далее по конвейерам отходы перемещают на сепарацию.

Транспортерами (9) отходы подаются в электростатический сепаратор (10), где происходит выделение металлической и неметаллической фракций. Далее отходы поступают в магнитный сепаратор (11), который позволяет отделить магнитный (железо, никель) и немагнитный продукт (золото, серебро, медь).

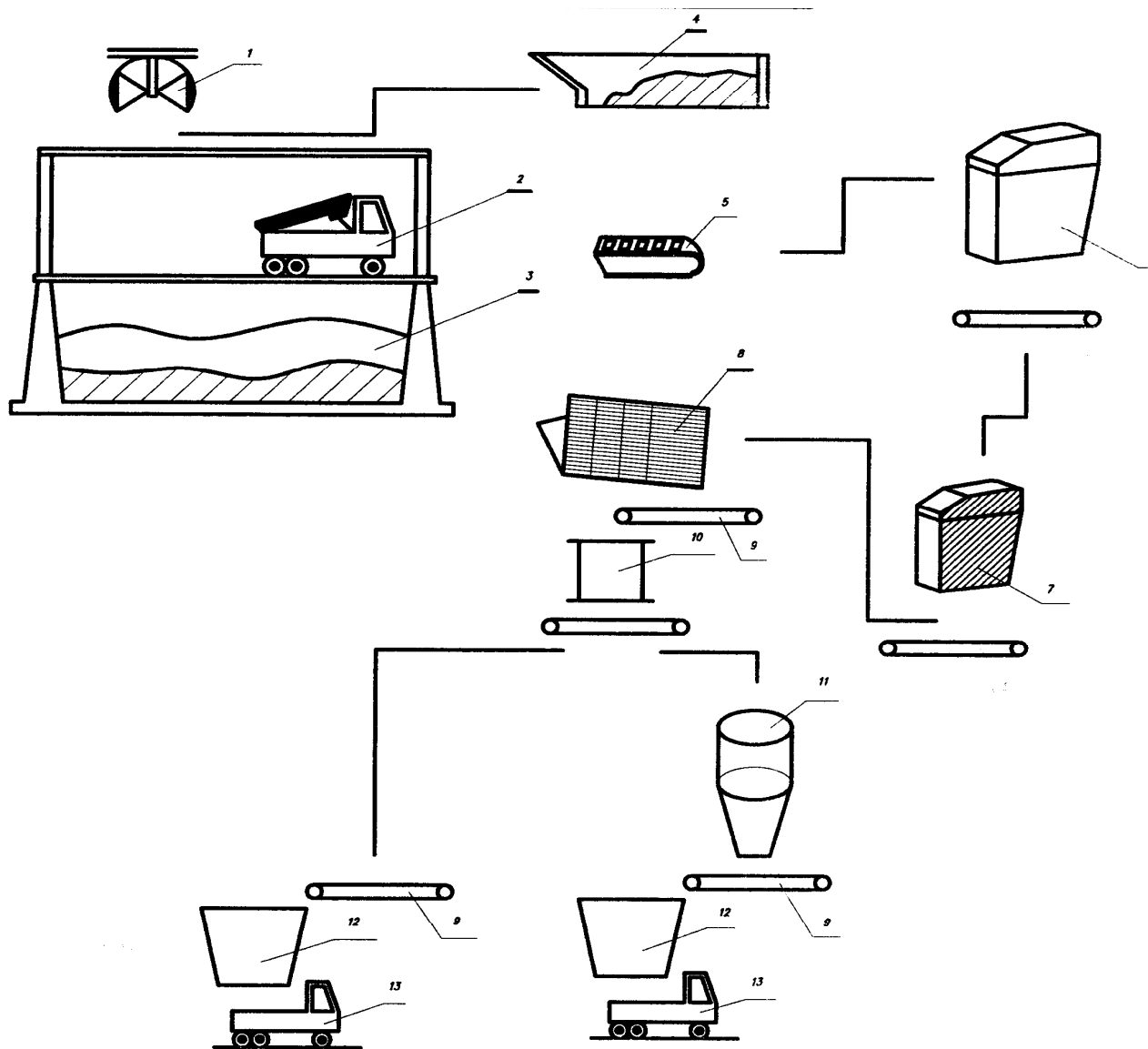


Рис. 5.1. Линия по переработке отходов микроэлектроники

5.1.3. Режим работы технологической линии по переработке отходов

Данные по запроектированным режимам предприятия приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Режим работы предприятия

Наименование	Количество рабочих суток в году	Количество смен в сутки	Длительность рабочей смены, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч	Коэффициент использования оборудования	Годовой фонд времени работы оборудования, ч
Приемный блок	247	2	8	3952	0,85	3359,2
Дробильный блок	247	2	8	3952	0,9	3556,8
Блок сортировки	247	2	8	3952	0,85	3359,2

5.1.4. Расчет производительности по технологическим переделам

В соответствии с принятым режимом работы технологической линии необходимо рассчитать производительность каждого технологического передела, начиная с дробильного блока и завершая блоком сепарации.

Приемный блок.

В соответствии с заданием производительность завода $\Pi = 5000$ т/год. С учетом средней плотности отходов микроэлектроники $\rho = 11,6$ кг/м³, $\Pi = 431$ м³/г.

Таким образом на пластинчатый питатель поступает 5000 т отходов в год.

Дробильный блок, позволяет получить отходы для дальнейшей переработки размером не более 10 мм. При этом потери составляют незначительную часть.

В блок сортировки поступает вся масса отходов, т.е. 5000 т.

Блок сортировки предусматривает разделение отходов на два класса крупности. Далее отходы идут на сепарацию, которая позволяет отделить металлическую и немаetalлическую фракции, а также на магнитный и немагнитный продукт.

Неметаллическая фракция составляет около 65 %, т.е. 3250 т, которая после отделения поступает в бункер-накопитель для возможного вторичного использования.

Металлический концентрат (35 %, или 1750 т) поступает в магнитный сепаратор для отделения магнитного продукта, который составляет порядка 28 –

30 % (11627,5-662,5 т) и немагнитного, количество которого не превышает 5-7% (87,5 – 122,5 т).

Расчет производительности представлен в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Расчет производительности по технологическим переделам

№ п/п	Наименование переделов (операций)	Производительность, т			
		в год	в сутки	в смена	в час
1	2	4	5	6	7
1.	Приемный блок - пластинчатый питатель	5 000	19,2	6,4	0,8
2.	Дробильный блок - роторно – ножевой измельчитель	5000	19,2	6,4	0,8
	- ударно – роторный дезинтегратор	5000	19,2	6,4	0,8
	Блок сортировки - немагнитная фракция	3250	12,5	4,17	0,52
3.	- металлический концентрат:	1750	6,7	2,24	0,28
	а) магнитный продукт	1627,5-1662,5	6,26-6,4	2,08-2,13	0,26-0,27
	б) немагнитный продукт	87,5–122,5	0,34-0,47	0,11-0,16	0,014-0,019

5.1.5. Расчет и выбор основного технологического оборудования и аппаратов

Необходимое количество аппаратов и оборудования определяется в соответствии с рекомендациями, приведенными в разделе 2.

Приемный блок.

Пластинчатый питатель ПП2-24-120.

$$M_n = 0,8 \text{ т/ч} / 50 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,02.$$

Количество пластинчатых питателей, подлежащих установке – 1 шт.

Дробильный блок.

Роторно-ножевой измельчитель РИ 6х6.

$$M_n = 0,8 \text{ т/ч} / 0,5 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 1,7.$$

Количество роторно-ножевых измельчителей, подлежащих установке – 2 шт.

Ударно-роторный дезинтегратор МД 7х9.

$$M_n = 0,8 \text{ т/ч} / 0,5 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 1,7.$$

Количество ударно-роторных дезинтеграторов, подлежащих установке – 2шт.

Блок сортировки.

Грохот барабанный ГБ 513.

$$M_n = 0,8 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,1.$$

Количество грохотов, подлежащих установке – 1 шт.

Сепаратор электростатический ЗЭБ-32/50.*

$$M_n = 0,52 \text{ т/ч} / 0,45 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 1,3.$$

Количество электростатических сепараторов, подлежащих установке – 2 шт.

Сепаратор магнитный ПБЦ 40/10.

$$M_n = 0,28 \text{ т/ч} / 8 \text{ т/ч} \cdot 0,92 = 0,04.$$

Количество магнитных сепараторов, подлежащих установке – 1 шт.

5.1.6. Ведомость оборудования

Ведомость оборудования представлена в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Ведомость оборудования

№ п/п	Наименование и краткая характеристика оборудования	Единица измерения	Количество
1	2	3	4
1.	Питатель пластинчатый ПП2-24-120 Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	1 50-120 14,6 x 5,50 x 2,06 121
2.	Роторно–ножевой измельчитель РИ 6х6 Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	2 0,5 2,3 x 1,0 x 1,5 22
3.	Высокоскоростной ударно-роторный дезинтегратор МД 7х9 Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	2 0,5 1,87 x 2,10 x 1,42 45
4.	Грохот барабанный ГБ 513 Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	1 8 2,60 x 0,90 x 0,94 15
5.	Сепаратор электростатический		

	ЗЭБ-32/50* Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	2 0,1-0,8 Окончание табл. 5.3
1	2	3	4
6.	Сепаратор магнитный ПБЦ 40/10 Производительность Габариты Мощность	шт. т/ч м кВт	1 8 0,6 x 1,0 x 1,7 0,37

* Характерными особенностями сепаратора данного типа являются:

- получение высококачественного концентрата при высокой степени извлечения полезного компонента;
- экологически чистый процесс;
- один из наименее энергоемких разделительных процессов;
- не требует применения воды и дорогостоящей очистки сточных вод;
- электросепарация отличается наименьшей запыленностью воздуха;
- отсутствие быстроизнашивающихся и дорогостоящих деталей;
- по своей селективности и универсальности процесс не уступает флотации.

5.1.7. Расчет потребности в энергетических ресурсах

Расчет расхода электроэнергии для каждой группы электродвигателей ведется по форме, прилагаемой в табл. 5.4.

Таблица 5.4

Форма расчета потребляемой электроэнергии

№ п/п	Наименование электрооборудования с электродвигателем	Количество единиц оборудования, шт.	Мощность электро-двигателей, кВт		Продолжительность работы в смену, ч	Коэффициент использования во времени	Коэффициент загрузки оборудования (по мощности)	Часовой расход электроэнергии с учетом коэффициентов, кВт/ч
			единицы	общая				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Пластинчатый питатель ПП2-24-120	1	121	121	8	0,85	1	102,85
2.	Роторно-ножевой измельчитель РИ 6х6	2	22	44	8	0,85	1	37,4
3.	Высокоскоростно							

	й ударно-роторный дезинтегратор МД 7х9	2	45	90	8	Окончание табл. 5.4		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
4.	Грохот барабанный ГБ 513	1	15	15	8	0,85	1	12,75
5.	Сепаратор электростатический ЗЭБ-32/50*	2	3	6	8	0,85	1	5,1
6.	Сепаратор магнитный ПБЦ 40/10	1	0,37	0,37	8	0,85	1	0,32

Полученные результаты по расчету потребности в энергетических ресурсах сведены в табл. 5.5.

Таблица 5.5

Потребность линии в энергетических ресурсах

№ п/п	Наименование технологического передела	Наименование ресурса, единица измерения	Расходы			
			в час	в смену	в сутки	в год
1	2	3	4	5	6	7
1.	Приемный блок	Электроэнергия, кВт/ч	102,85	822,8	2468,4	641784
2.	Дробильный блок	Электроэнергия, кВт/ч	113,9	911,2	2733,6	710736
3.	Блок сортировки	Электроэнергия, кВт/ч	18,17	145,36	436,08	113380,8

5.1.8. Оценка воздействия на окружающую среду

Воздействие технологического процесса переработки микроэлектроники и отслужившей свой срок бытовой техники на окружающую среду может проявляться посредством внесения в нее различных загрязняющих веществ, радиоактивных веществ и излучений, химически опасных веществ, тепла, шума и вибраций, электромагнитных излучений, ярких вспышек и т.д.

Кроме того, воздействие может носить характер изъятия из окружающей среды земельных, водных, биологических, агрокультурных ресурсов, полезных ископаемых, зон рекреации, особо охраняемых территорий, мест обитания ценных видов популяций растительного и животного мира, культурных, исторических и природных памятников, визуальных доминант и т.д.

Характеристиками возможного воздействия могут быть такие показатели как характер воздействия (прямое, косвенное, кумулятивное, через определенный промежуток времени); интенсивность, уровень, продолжительность, динамика воздействия; пространственный охват; мера опасности объекта, масса образующихся загрязняющих веществ.

При проведении оценки должны учитываться возможные социально-экономические последствия в результате эксплуатации данной технологической линии, а также накопившиеся экологические проблемы в месте планируемой деятельности и тенденции их возможного развития в будущем, последствия воздействия других отраслей.

В определенной мере оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) планируемой деятельности может рассматриваться как обеспечение защищенности природных систем и жизненно важных интересов общества от угрозы возможного негативного воздействия.

Рассматривая данный комплекс по переработке электротехнического скрапа, можно заключить, что в окружающую среду он не привносит физических факторов, существенно влияющих на окружающую среду.

Шум от работающих механизмов, автотранспорта и другой техники, гасится расстоянием (предприятие находится за чертой населенных пунктов) и применением шумопоглощающих материалов.

В технологическом комплексе нет термических процессов, поэтому отсутствуют тепловые выделения, которые бы могли существенно повлиять на окружающую среду.

Используемый для переработки материал перерабатывается полностью без образования вторичных отходов, с последующим использованием конечных продуктов в различных отраслях производства.

При этом выделения загрязняющих веществ, негативно влияющих на компоненты окружающей среды, не происходит.

Радиоактивные вещества и химически опасные вещества в перерабатываемом скрапе отсутствуют.

Самым существенным фактором, который может оказывать негативное влияние на окружающую среду, в рассматриваемом перерабатывающем комплексе является электромагнитное излучение. Это обусловлено следующими факторами:

- использованием во всех технологических устройствах (аппаратах и оборудовании) электродвигателей;
- повсеместным использованием электроэнергии для бытовых и хозяйственных целей;
- наличием на всех используемых на предприятии транспортных средствах электрооборудования;
- способностью электромагнитных полей преодолевать любые преграды и распространяться на большие расстояния.

Однако, ввиду того, что предприятие будет располагаться вдали от населенных пунктов, влияние электромагнитных полей на население будет несущественным. Возможно лишь кратковременное возникновение помех в теле -

радиопередачах (в моменты запуска двигателей, включения технологической линии, при коротком замыкании).

Безопасность населения обеспечивается также созданием вокруг предприятия санитарно – защитной зоны, соответствующей ширины. Для предприятий подобного рода (V класса) ширина санитарно – защитной зоны должна быть не менее 100 м. СЗЗ имеет соответствующее озеленение (деревьями, кустарниками, травой).

Что касается изъятия ресурсов, то они неизбежны при размещении предприятий. Это касается прежде всего земли, необходимой для производственных зданий и инфраструктуры. Необходимость изъятия водных, биологических, агрокультурных ресурсов, полезных ископаемых, зон рекреации, особо охраняемых территорий, мест обитания ценных видов растений и животных, культурных, исторических и природных памятников решается на этапе проектно – планировочных решений, согласовывая эти вопросы с соответствующими компетентными органами.

Особо следует сказать о линии электропередачи (ЛЭП), обеспечивающей предприятие электроэнергией. Это, как правило, высоковольтная ЛЭП, представляющая собой мощный источник электромагнитного излучения. В СЗЗ этой ЛЭП нельзя строить жилые или общественные здания, детские или спортивные площадки, разбивать сады, огороды и т.п.

Регулярное продолжительное нахождение в этой зоне грозит тяжелыми заболеваниями.

Ширина СЗЗ ЛЭП зависит от величины напряжения и составляет при напряжении менее 20 кВ – 10 м по обе стороны от проекции на землю крайних проводов, при напряжении 35 кВ – 15 м, 110 кВ – 20 м, 150 – 220 кВ – 25 м, 330 – 500 кВ – 30 м, 750 кВ – 40 м, 1150 кВ – 55 м.

Эта полоса земли изымается из хозяйственного оборота и использования для других целей, кроме использования по прямому назначению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проблема обращения с отходами, в том числе и с твердыми бытовыми отходами, останется и в необозримом будущем, ибо человек не может существовать, не производя отходов своей жизнедеятельности.

Традиционная схема сбора, удаления и утилизации ТБО даже с применением мусоросжигательных заводов постепенно изживает себя. На смену ей приходит схема с предварительной сортировкой отходов, отправкой части из них на пункты приема вторсырья, с обработкой других компонентов для получения товарной продукции и с минимумом остатков, подлежащих захоронению. Применяемые при этом технологические процессы и аппараты переработки ТБО практически не загрязняют окружающую среду.

В пособии раскрыты особенности технологии переработки (помимо обычных ТБО) крупногабаритной мебели, а также микроэлектроники и отслужившей свой срок бытовой техники. Каждая технология переработки анализируется с точки зрения ее влияния на окружающую среду.

Строгая последовательность рассмотрения технологических этапов переработки ТБО, применяемых при этом аппаратов и оборудования, проводимая оценка воздействия на окружающую среду на конкретных примерах позволяют студентам специальности «Инженерная защита окружающей среды» качественно выполнять курсовые проекты и работы по дисциплине «Процессы и аппараты переработки отходов».

Учебное пособие разработано с целью расширения деятельности в сфере управления отходами. Деятельность в области управления отходами уже на первых этапах своего развития способна приводить к существенным экономическим эффектам за счет рационального использования сырья, материалов, энергетических ресурсов; снижения потерь, повышения качества продукции; уменьшения брака; снижения экологических платежей и штрафных санкций; уменьшения аварий и затрат на ликвидацию их последствий.

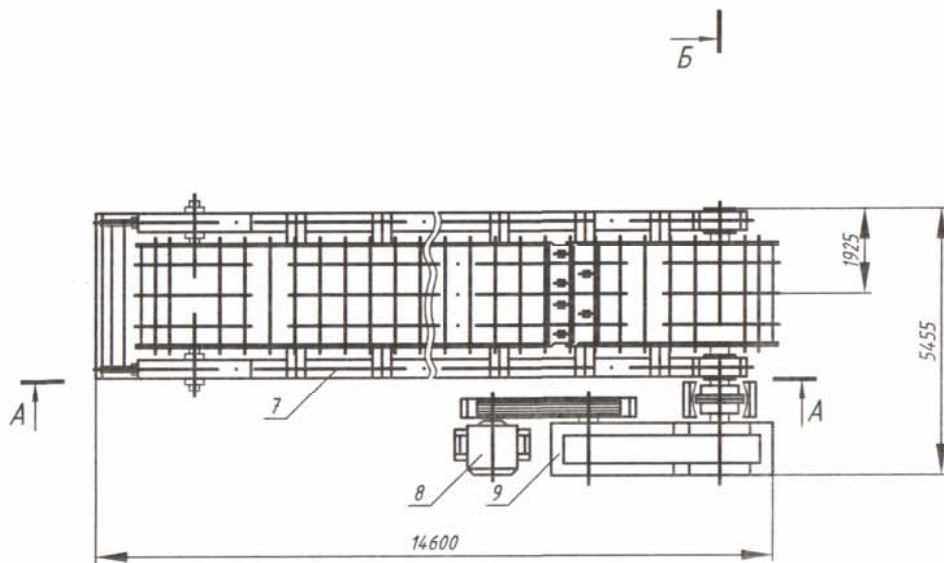
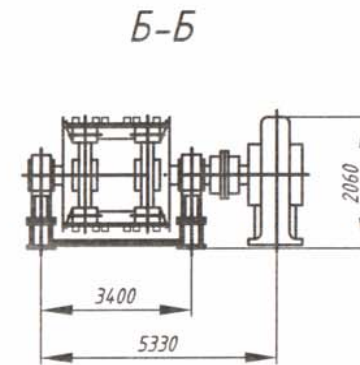
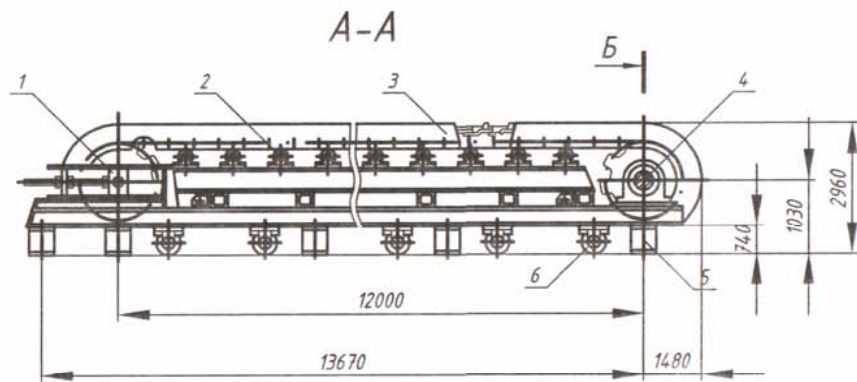
Основные экономические и экологические выгоды предотвращения воздействия на окружающую среду в сфере управления отходами определяются дополнительными возможностями использования отходов в качестве вторичных материальных ресурсов; созданием и укреплением благоприятного имиджа предприятия, основанного на экологической ответственности, экологической безопасности и экологической состоятельности в сфере образования и управления отходами.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

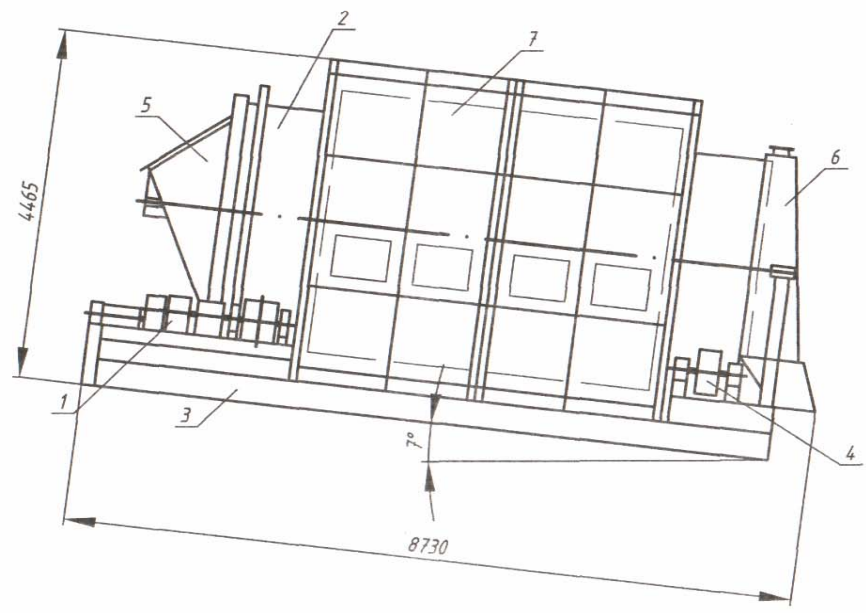
1. Общие сведения об отходах. Основные понятия и определения в сфере управления отходами
2. Количественная характеристика выхода отходов.
3. Приведите классификацию основных видов отходов. По каким признакам классифицируются отходы
4. Охарактеризуйте кодовую систему учета отходов в соответствии с Федеральным классификационным каталогом
5. Правовые основы обращения с отходами
6. Характеристика основных видов деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления.
7. Охарактеризуйте понятия «лимит на размещение отходов», «норматив образования отходов»
8. Основные принципы экономического регулирования в области обращения с отходами
9. Охарактеризуйте технологический процесс, как источник образования отходов
10. Характеристика основных видов обращения с отходами
11. Укажите основные операции по обращению с отходами
12. Укажите операции первичной обработки отходов
13. Методы обезвреживания и переработки отходов
14. Основные понятия и определения: «Норматив образования отхода», «Лимит на размещение отходов» и др.
15. Технические методы обращения с отходами.
16. Ресурсосбережение обращения с отходами как средство защиты окружающей среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

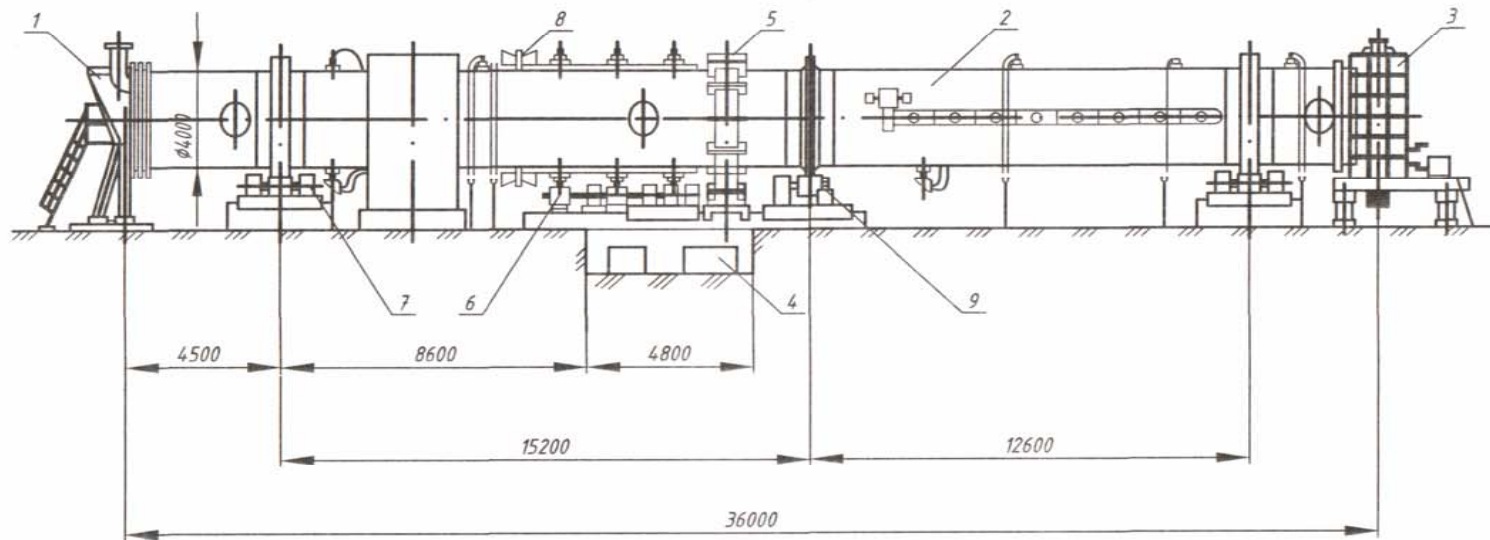
1. Архипченко И.А., Орлова О.В., Лихачев Ю.М., Федашко М.Я. Получение высококачественных биокомпостов // Экология и промышленность России, июль 2000, с.16.
2. Багрянцев Г.И., Малахов В.М., Черников В.Е. Термическое обезвреживание и переработка промышленных отходов и бытового мусора // Экология и промышленность, март 2001 г.
3. Бикбау М.Я. Новые подходы к переработке ТБО // Экологический вестник России, декабрь 2006 г.
4. Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Нурисламов Г.Р. Использование биотуннелей в технологии компостирования биологических отходов // Экология и промышленность, июнь 2001 г.
5. Галицкая И.В. Экологические проблемы обращения и утилизации бытовых и промышленных отходов // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2005, № 2, с. 144-147.
6. Марьин В.К., Кузнецов Ю.С., Белоусов В.В., Калашников Д.В. Технологические основы переработки отходов: Учебное пособие. – Пенза: ПГУАС, 2004. – 204с.
7. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.
8. Семенов В.Н. Современный комплекс для переработки бытовых и промышленных отходов // Технология машиностроения, 2005, № 1.
9. Сметанин В.И. Защита окружающей среды от отходов производства и потребления. – М.: КолосС, 2003. – 230с.
10. Спасибожко В.В. Основы безотходной технологии: Учебное пособие. – 2-е изд. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2001. – 132с.
11. Федеральный закон 89 – ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 24.06.98. (Собрание законодательства, 1998, №26)



Поз.	Наименование	Клз-во	Примечание
1	Устройство натяжное	1	
2	Резинок верховый	-	
3	Пазышко	1	
4	Вал приводной	1	
5	Стойка	1	
6	Резинок нижний	-	
7	Рамы	1	
8	Привод	1	
9	Редуктор	1	
КП-2069059-28026.-042005-2007 Процессы и аппараты переработки твердых вытесных отходов			
Биотехническое конструкторство		Коллектор	Листов
Пластилиновый конструктор		ИЗДАС	Листов
конструктор		ИЗДАС	Листов



Поз.	Наименование	Кол-во	Примечание
1	Привод	1	
2	Вариант грохота	1	
3	Рамка	1	
4	Колпак	-	
5	Воронка приемная	1	
6	Воронка концевая	1	
7	Кожух эбикозащитный	1	
КП-2069059-280202-04.2005-07			
Процессы и аппараты переработки твердых бытовых отходов			
Разработчик	Генеральный директор	С.И.Сидоров	Л.С.Сидорова
Исполнитель	Инженер	В.И.Сидоров	Л.С.Сидорова
Проверенный	Инженер	В.И.Сидоров	Л.С.Сидорова
Утвержденный	Инженер	В.И.Сидоров	Л.С.Сидорова
Техническое задание		ТТ 5АЛ	
Грохот		код ИЭ, группа ИЭК-41	



Поз.	Наименование	Кол-во	Прим
1	Головка разгрузочная	1	
2	Каркас	1	
3	Головка разгрузочная	1	
4	Система жидкой смазки	1	
5	Прибор	1	
6	Электрическая часть	1	
7	Опора	2	
8	Установка подачи воздуха	1	
9	Установка роликов опорных	2	
КП-2069059-280202-0420			
Процессы и аппараты переработки на выделке отхода			
Разработано	Инж. В.В.	Экспертное	Листы 1/1
Проверено	Инж. В.В.	Контрпроверено	
Утверждено		Сметная часть	1/1
Выполнено		Сметная часть	1/1

Приложение 3



<i>Поз.</i>				<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Примечание</i>		
						КП-2069059-280202-042005-07		
						Процессы и аппараты переработки твердых бытовых отходов		
<i>Разработал</i>	<i>Егоров О.В.</i>				Биотермическое компостирование	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Проверил</i>	<i>Демьянова В.С.</i>							
<i>Н.Контролер</i>					Спецификация	ПГУАС		
<i>Утвердил</i>						<i>каф. ИЭ, группа ИЗОС-41</i>		