

Электронный архив УГЛТУ

Б 70
А 86



А.В. Артёмов

**ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ
ОБРАЗОВАНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ
ДЛЯ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ**

Екатеринбург
2014

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет»

Кафедра технологии переработки пластических масс

А.В. Артёмов

**ОЦЕНКА ОБЪЕМОВ
ОБРАЗОВАНИЯ
ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ
ДЛЯ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ**

Методические указания
для выполнения практических работ по дисциплине
«Современные проблемы рециклинга полимерных материалов»
по направлению 18.04.01 «Химическая технология»

ИЭФ

Екатеринбург
2014

Печатается по рекомендации методической комиссии ИХПРС и ПЭ.
 Протокол № 2 от 5 ноября 2013 г.

Рецензенты:

Зайцев О.Б., руководитель проектной организации
 ООО «ЭкологияРазвитияБизнеса»
 Мельник Т.А., канд. хим. наук доцент кафедры физико-
 химической технологии защиты биосферы ФБОУ ВПО
 «Уральский государственный лесотехнический университет»

Редактор А.Л. Ленская
 Оператор компьютерной верстки Т.В. Упорова

Подписано в печать 14.03.14	Поз. 95
Плоская печать	Формат 60x84 1/16
Заказ 64.	Печ.л. 2,32
	Тираж 10 экз.
	Цена руб. коп.

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
 Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Введение

В настоящее время существует проблема утилизации полимерных отходов. Практически в каждом производственном процессе наряду с получением основной продукции неизменно образуются остатки сырья и материалов, так называемые «отходы производства». Полимерные отходы возникают в промышленности при получении материалов, их переработке, изготовлении полуфабрикатов и изделий, а также в сфере потребления в виде отслуживших свой срок изделий.

Огромная масса полимерных изделий, применяемых в производстве и в быту в качестве упаковочных, конструкционных и других видов полимерных материалов, после использования должна утилизироваться без нанесения ущерба окружающей среде. Это диктуется не только экономическими соображениями, учитывающими высокую стоимость полимерных материалов, но и экологическими проблемами, которые возникают при накоплении отходов полимерных материалов.

Федеральным законодательством регламентируются как один из принципов государственной политики в области охраны окружающей среды использование вторичных ресурсов и комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов [1, 2].

Главное препятствие широкого использования вторичного полимерного сырья – значительные затраты на сбор отходов и их сортировку. Поэтому экономическая целесообразность результативности организации утилизации полимерных отходов (как из бытовой сферы, так и из сферы производства) первоначально сводится к оценке объемов образования отходов и определении их свойств, потенциально пригодных к переработке.

Определение объемов образования отходов в общем виде осуществляется в следующей последовательности:

- выявление источников образования отходов (отходообразующие процессы) и номенклатуры образующихся отходов;
- идентификация отходов (наименование, физико-химические характеристики, опасные свойства, класс опасности);
- определение исходных данных и способа для расчета объемов образования отходов;
- проведение расчета объемов образования отходов на основании имеющихся данных.

§ 1. Отхообразующие процессы и номенклатура полимерных отходов

Для классификации вторичного полимерного сырья используют различные критерии, в основном технологические, позволяющие делать заключение о возможности его применения. К ним относятся место и сфера возникновения (производственные, коммунальные), особенности внешнего вида (загрязненность, тип, вид и форма), а также свойства (физические, химические).

Условно процессы (или сфера деятельности), в результате которых происходит образование полимерных отходов можно разделить на три группы.

Первая группа – технологические отходы производства, которые образуются при промышленном получении и переработке полимерных материалов. Эту группу можно разделить на следующие категории:

- 1) промышленность, производящая полимерные материалы;
- 2) промышленность, перерабатывающая полимерные материалы;
- 3) промышленность, обрабатывающая изделия из полимерных материалов.

Первая группа характеризуется однородностью и чистотой отходов, представленных в виде:

- для 1-й категории в виде порошка, гранулята, агломерата;
- для 2-й и 3-й категорий – кусковых отходов разных размеров, пленок, полотен, лент, нитей и др.

По существу, технологические отходы производства представляют собой высококачественное сырье, по свойствам не отличаются от исходного первичного полимера. Переработка его в изделия не требует специального оборудования и производится на том же предприятии. Технологические отходы производства обычно перерабатываются в местах их образования в различные изделия, используются в качестве добавки к исходному сырью и т.д.

Вторая группа – отходы производственного потребления, образующиеся в сфере промышленного применения и потребления.

Данная группа представлена в основном изделиями из полимерных материалов и их составными частями, используемых в различных отраслях народного хозяйства (устройства, вышедшие из строя, тара и упаковка, детали машин, отходы сельскохозяйственной пленки, мешки из-под удобрений, куски вспененных материалов и др.). Эти отходы являются наиболее однородными, малозагрязненными и поэтому представляют наибольший интерес с точки зрения их повторной переработки.

Морфологический состав некоторых полимерных отходов производственного потребления представлен в табл. 1.

Морфологический состав некоторых полимерных отходов
производственного применения и потребления

№ п/п	Наименование отходов	Полимерная часть, %	Вид полимеров, %	Источник
1	Отработанные аккумуляторные батареи	7,78	ПВХ – 3,51 ПП – 4,27	[3]
2	Отработанные пластмассовые шланги	100	---	[4]
3	Поврежденная пластмассовая тара	95-98	---	[5; 6]
4	Загрязненные пластиковые канистры	94,30	ПЭВД	[7]
5	Отходы в виде пленки	100	---	[8, 9]
6	Отходы изолированных проводов	45	ПВХ	[4]
7	Отходы медно-жильного кабеля	12,7	ПЭ	[4]
8	Отработанные картриджи для лазерных принтеров	97	ПС	[10]
9	Строительный мусор	2,5	---	[4]
10	Обрезки линолеума	35,1	ПВХ	[7]
11	Отработанная компьютерная клавиатура	84,45 0,16	АБС-сополимер ПЭ	[7]
12	Отработанные баллоны монтажной пены	23,984	ППУ – 13,531 ПЭ – 9,117 ПА – 1,336	[7]
13	Отработанный картридж-тонер МФУ	95,5	---	[7]

Третья группа – отходы общественного и бытового потребления, которые образуются в сфере бытового обслуживания населения предприятиями малого и среднего бизнеса (общепит, торговые пункты, парикмахерские и др.) и в результате жизнедеятельности населения.

Эта группа представлена отходами смешанного типа, а также комбинированными и поврежденными вида. Данные полимерные отходы характеризуются большим показателем загрязненности другими включениями. В эту группу отходов входят изделия, потерявшие потребительские свойства, полимерная часть твердых бытовых отходов (ТБО) и крупногабаритных бытовых отходов (КБО) от жизнедеятельности населения, которая в свою очередь представлена в виде пленок, кусков, обрезки и пр.

Переработка вторичного полимерного сырья данной группы должна сопровождаться выделением полимерных отходов, так как большинство полимерных материалов несовместимы между собой.

Морфологический состав некоторых отходов ТБО и КБО общественного и бытового потребления, содержащих в своем составе полимерные включения, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Морфологический состав некоторых отходов ТБО и КБО

№ п/п	Название и место образования отходов	Полимерная часть, %	Вид полимеров, %	Источник
1	ТБО от жилищ (несортированные)	3-4	---	[11]
2	КБО от жилищ	4	---	[11]
3	ТБО от организаций	8-12	---	[11]
4	КБО от организаций	18	---	[4]
5	Пищевые отходы от общепита	1,7	---	[4]
6	Непищевые отходы от общепита	9,8	ПЭ – 7,45 ПЭТФ – 2,35	[7]
7	ТБО магазина продовольственных товаров	8-12	ПЭ	[11]
8	ТБО магазина промышленных товаров	8-12	---	[11]
9	ТБО от ДОУ, образовательных учреждений	12,0	---	[4]
10	ТБО от объектов соцкультбыта и спортивных мероприятий	12,0	---	[4]

По оценке ГУ «Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами», в структуре образующихся полимерных отходов 34% составляют отходы из полиэтилена, 20,4% - полиэтилентерефталата, 17% - комбинированных материалов на основе бумаги и картона, 13,6% - поливинилхлорида, 7,6% - полистирола, 7,4% - полипропилена.

§ 2. Идентификация полимерных отходов

Идентификация отходов проводится для определения оптимальных решений по обращению с ними (сбор, транспортировка, использование, размещение и др.). Идентификация отходов производства и потребления (в том числе и полимерных отходов) проводится по основным признакам:

- наименование,
- физико-химические характеристики,
- опасные свойства,
- класс опасности.

В настоящее время в нашей стране все отходы систематизируются согласно Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) [12, 13] по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

Отходы в ФККО [12, 13] систематизируются согласно тринадцатизначному коду, который определяет вид отхода, характеризующий его классификационные признаки:

- первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода (блок, тип, подтип, группа);

- девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы: 0 – данные не установлены; 1 – твердый; 2 – жидкий; 3 – пастообразный; 4 – шлам; 5 – гель, коллоид; 6 – эмульсия; 7 – суспензия; 8 – сыпучий; 9 – гранулят; 10 – порошкообразный; 11 – пылеобразный; 12 – волокно; 13 – готовое изделие, потерявшее потребительские свойства; 99 - иное;

- одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций: 0 – данные не установлены; 1 – токсичность (т); 2 – взрывоопасность (в); 3 – пожароопасность (п); 4 – высокая реакционная способность (р); 5 – содержание возбудителей инфекционных болезней (и); 6 – т+в; 7 – т+п; 8 – т+р; 9 – в+п; 10 – в+р; 11 – в+и; 12 – п+р; 13 – п+и; 14 – р+и; 15 – т+в+п; 16 – т+в+р; 17 – т+п+р; 18 – в+п+р; 19 – в+п+и; 20 – п+р+и; 21 – т+в+п+р; 22 – в+п+р+и; 99 – опасные свойства отсутствуют;

- тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей природной среды: 0 – класс опасности не установлен; 1 – I-й класс опасности (чрезвычайно опасные); 2 – II-й класс опасности (высоко опасные); 3 – III-й класс опасности (умеренно опасные); 4 – IV-й класс опасности (малоопасные); 5 – V-й класс опасности (практически неопасные).

Для отходов, класс которых не установлен в соответствии с ФККО [12, 13], он определяется расчетным путём или лабораторным методом.

Перечень наименований некоторых полимерных технологических отходов производства первой группы согласно ФККО [12, 13] представлен в табл. 3.

Таблица 3

Перечень наименований некоторых полимерных технологических отходов производства первой группы согласно ФККО [12, 13]

№ п/п	Код	Наименование
1	571 000 00 00 00 0	Затвердевшие отходы пластмасс
2	571 007 00 01 00 5	Отходы формовочных масс (термореактивной пластмассы) затвердевшие
3	571 008 00 01 00 5	Отходы твердого полистирола, полистирольной пены или пленки

№ п/п	Код	Наименование
4	571 010 00 01 00 5	Отходы затвердевшего полиуретана, полиуретановой пены или пленки
5	571 011 00 01 00 5	Отходы затвердевших полиамидов
6	571 012 00 01 00 5	Отходы жесткого пенопласта (исключая поливинилхлоридный)
7	571 016 00 01 00 4	Отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе
8	571 017 00 01 00 5	Отходы затвердевших полиакрилатов, поликарбонатов, органического стекла
9	571 028 00 01 00 5	Отходы затвердевших полиолефинов (кроме полиэтилена и полипропилена)
10	571 029 00 01 00 0	Отходы затвердевшего полиэтилена
11	571 029 01 01 99 5	Отходы полиэтилена в виде лома, литников
12	571 029 02 01 99 5	Отходы полиэтилена в виде пленки
13	571 030 00 01 00 0	Отходы затвердевшего полипропилена
14	571 030 01 01 99 5	Отходы полипропилена в виде лома, литников
15	571 030 02 01 99 5	Отходы полипропилена в виде пленки
16	571 036 00 01 00 0	Отходы твердых сополимеров стирола
17	571 036 01 01 00 5	Отходы твердого акрилонитрилбутадиенстирола (пластик АБС)
18	571 039 00 01 00 5	Отходы полиэтилентерефталата (в том числе пленки на его базе)
19	571 099 00 01 00 4	Отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс
20	572 000 00 00 00 0	Отходы незатвердевших пластмасс, формовочных масс и компонентов
21	578 001 00 01 00 4	Отходы полимерных материалов из размалывающих устройств (легкие фракции)
22	578 002 00 11 00 4	Пыль полимерных материалов с фильтров размалывающих устройств
23	581 001 00 01 00 0	Отходы полиамидного волокна и нитей
24	581 001 11 01 99 5	Пережженные поликапроамидные слитки, жилка, щетина
25	581 002 00 01 99 5	Отходы полиэфирного волокна и нитей
26	581 003 00 01 99 5	Отходы полиакрилового волокна и нитей

Перечень некоторых наименований отходов производственного потребления второй группы, представленных в основном изделиями из полимерных материалов и их составными частями, согласно ФККО [12, 13] приведен в табл. 4.

Перечень некоторых наименований отходов производственного потребления второй группы, представленных изделиями из полимерных материалов и их составными частями (согласно ФККО [12, 13])

№ п/п	Код	Наименование
1	571 000 00 00 00 0	Затвердевшие отходы пластмасс (например, отходы линолеума)
2	571 005 00 13 00 5	Шнуры синтетические, потерявшие потребительские свойства
3	571 013 00 13 00 5	Шланги пластмассовые, потерявшие потребительские свойства
4	571 018 00 13 00 5	Пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства
5	571 019 00 01 00 5	Отходы пластмассовой (синтетической) пленки, незагрязненной
6	571 024 01 01 00 5	Ионообменные смолы для водоподготовки, потерявшие потребительские свойства
7	571 029 03 13 99 5	Полиэтиленовая тара, поврежденная
8	912 000 00 00 00 0	Отходы потребления на производстве, подобные коммунальным (мусор и смёт с территорий промышленных предприятий)
9	921 000 00 00 00 0	Электрическое оборудование, приборы, устройства и их части (например, компьютерная клавиатура; картридж лазерного принтера и МФУ)
10	921 101 01 13 01 2	Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с неслитым электролитом
11	921 101 02 13 01 3	Аккумуляторы свинцовые отработанные неразобранные, со слитым электролитом
12	923 600 00 13 00 5	Отходы изолированных проводов и кабелей
13	923 601 00 13 00 5	Провод медный эмалированный, потерявший потребительские свойства
14	923 603 00 13 01 2	Кабель медно-жильный оцинкованный, потерявший потребительские свойства

Некоторые отходы второй группы по классификации ФККО [12, 13] могут быть отнесены к отходам первой группы по табл.3.

Перечень некоторых наименований отходов общественного и бытового потребления третьей группы, содержащих полимерные включения, согласно ФККО [12, 13] представлен в табл. 5.

Таблица 5

Перечень некоторых наименований отходов общественного и бытового потребления третьей группы, содержащих полимерные включения (согласно ФККО [12, 13])

№ п/п	Код	Наименование
1	910 000 00 00 00 0	Твердые коммунальные отходы (мусор от уборки улиц, дорог, дворов)
2	911 000 00 00 00 0	Отходы из жилищ
3	911 001 00 01 00 4	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)
4	911 002 00 01 00 5	Отходы из жилищ крупногабаритные
5	912 000 00 00 00 0	Отходы потребления на производстве, подобные коммунальным
6	912 004 00 01 00 4	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)
7	912 005 00 01 00 5	Мусор от бытовых помещений организаций крупногабаритный
8	912 006 00 01 00 0	Мусор строительный
9	912 006 01 01 00 4	Мусор строительный от разборки зданий
10	912 010 00 00 00 0	Отходы кухонь и предприятий общественного питания
11	912 010 01 00 00 5	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные
12	912 011 00 01 00 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами
13	912 012 00 01 00 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли промышленными товарами
14	912 013 00 01 00 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений учебно-воспитательных учреждений
15	912 014 00 01 00 5	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений культурно-спортивных учреждений и зрелищных мероприятий

Класс опасности для видов отходов, включенных в подгруппы 571 «Затвердевшие отходы пластмасс», уже установлен. Класс опасности определяется расчетным и/или экспериментальным методом, если в состав указанных отходов входит опасный компонент (например, пластмассовая тара или упаковка с остатками содержимого или загрязненная). Для видов отходов, включенных в подгруппу 572 «Отходы незатвердевших пластмасс, формовочных масс и компонентов», класс опасности определяется, учитывая химический состав отхода.

Для практически всех отходов, включенных в группу 91 «Твердые бытовые отходы», класс опасности установлен. Для группы 92 «Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств, не вошедших в другие пункты», по мере накопления информационной базы для упомянутых видов отходов группы 92 класс опасности будет также установлен.

Пример. Необходимо определить в соответствии с ФККО для полимерных отходов:

- агрегатное состояние или физическую форму;
- опасное(ые) свойство(а) и их комбинации;
- класс опасности по отношению к окружающей природной среде.

Расшифровка обозначений кодируемых признаков и свойств «Отходов полиэтилентерефталата (в том числе пленки на его базе)» проводится по коду ФККО 571 039 00 01 00 5:

Кодирования происхождения отхода	Кодирования агрегатного состояния и физической формы	Кодирования опасных свойств и их комбинаций	Кодирования класса опасности для окружающей природной среды
571 039 00 5 - химическое	01 - твердый	00 - данные не установлены	5 - V класс опасности

Таким образом, «Отходы полиэтилентерефталата (в том числе пленки на его базе)» с кодом по ФККО 571 039 00 01 00 5 имеют твердую форму состояния, опасные свойства не установлены, класс опасности для окружающей природной среды – V (практически неопасные).

§ 3. Определение исходных данных и способа для расчета объемов образования отходов

Определение исходных данных для расчета заключается в анализе материального баланса производства и отчетных данных за ряд лет об объемах образования отходов, а также в определении удельных показателей образования отходов, наиболее характерных для вида производств с учетом применяемых технологий.

Источниками информации исходных данных, необходимых для определения объемов образования отходов, могут служить:

- материально-сырьевые балансы предприятий производственного и ремонтно-эксплуатационного профиля;
- отраслевые балансы по видам производства и эксплуатационных служб;

- нормы технологического проектирования объектов основного производства и вспомогательных служб (включая объекты соцкультбыта);
- нормы расхода сырья и материалов основных и вспомогательных производств, а также сферы обслуживания;
- нормы выхода целевых продуктов различных видов производств, разработанные различными отраслевыми министерствами и ведомствами;
- нормативные документы и отраслевые справочники по образованию отходов производства (ГОСТы, ОСТы, ТУ, РТМ, РД);
- сборники удельных показателей образования отходов производства и потребления;
- нормы потребления и показатели износа вышедших из употребления ресурсов и материалов;
- паспортные данные на изделие;
- технологические регламенты и правила эксплуатации объектов производства, транспорта, строительства и сферы услуг;
- другие источники.

Выбор способа для оценки объемов образования отходов полимеров определяется видом деятельности (производственная, перерабатывающая, бытовая сферы) и наличием исходных данных.

При оценке объемов образования отходов производства и потребления можно использовать следующие способы [14]:

- способ на основе данных материально-сырьевого баланса;
- способ по удельным показателям образования отходов;
- способ по индексации опорных данных по динамике выпуска (потребления) продукции;
- способ оценки по среднестатистическим данным образования отходов;
- экспериментальный способ;
- расчетно-параметрический способ.

3.1. Способ на основе данных материально-сырьевого баланса

Способ основан на данных материально-сырьевого баланса и определении объема образующихся в конкретном технологическом процессе или производстве отходов O_n как разности между количеством потребленного сырья M_c^i и количеством произведенной продукции M_p^j с учетом неизбежных безвозвратных потерь Π^i :

$$\sum_{n=1}^n O_n = \sum_{i=1}^{i=m} M_c^i - \sum_{j=1}^{j=L} M_p^j - \sum \Pi^i \quad (1)$$

Материально-сырьевой баланс является базовым при нормировании образования отходов производства. Расчет по материально-сырьевому балансу применяют при определении нормативов образования отходов в производствах, характеризующихся большой номенклатурой исходного

сырья или продукции. Исходными данными для расчета могут являться, например:

- количество используемого сырья и материалов в единицу времени;
- количество сырья и материалов, перешедшее в продукцию;
- количество произведенной продукции;
- нормы естественных технологических потерь.

Предельно допустимые нормативные коэффициенты безвозвратных потерь, образовавшихся в технологическом процессе, принимаются на основании литературных данных или рассчитываются с учетом реальных потерь по данным предприятия.

3.2. Способ по удельным показателям образования отходов

Данный способ основан на определении объемов образования отходов по данным потребления сырья или выпуска продукции:

$$O_n = K^i \cdot M_c^i$$

или

$$O_n = K^j \cdot M_p^j, \quad (2)$$

где i – индекс вида сырья, $i = 1, 2, \dots$;

j – индекс вида продукции, $j = 1, 2, \dots$;

K^i – удельный показатель образования отхода n -го вида в расчете на единицу потребляемого сырья i -го вида;

K^j – удельный показатель образования отхода n -го вида в расчете на единицу выпуска продукции j -го вида;

M_c^i, M_p^j – см. формулу (1).

Под удельным показателем образования отходов потребления можно понимать также образование отходов в расчете на единицу какого-либо условного параметра в процессе потребления и использования продукции. В качестве такого параметра может быть принята единица длины, поверхности, произведенной работы, услуги и т.д. Например, образование отработанных полимерных изделий в расчете на пробег автомобиля и т.п.

Тогда формула (2) принимает вид

$$O_n = KQ, \quad (3)$$

где K – удельный показатель образования отхода n -го вида на одну расчетную единицу;

Q – количество расчетных единиц (например, для отходов от автотранспорта – это пробег, тыс.км).

При использовании этого метода применяются отраслевые (ведомственные) нормативы образования отходов, а также показатели, приведенные в различных литературных данных, например такие:

- «Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления» [15];

- «Допустимые нормы образования отходов в технологических процессах железнодорожного транспорта» [16];

- РДС 82-202-96 «Правила разработки и применения нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве» [17, 18];

- другие источники [14, 19-22].

Перечни некоторых удельных показателей образования отходов в результате производства и потребления приведены в Приложении.

Из всех рекомендуемых способов расчета объемов образования отходов этот способ самый простой в применении, однако недостаточно точный и имеет ограничения по номенклатуре рассчитываемых по нему отходов.

3.3. Способ по индексации опорных данных по динамике выпуска (потребления) продукции

Способ может быть применен, если имеются данные о количестве образования отходов в одном из «опорных» годов. В качестве источников такой информации могут быть использованы:

- сведения об образовании, поступлении, использовании и размещении отходов производства и потребления, например по форме «2-ТП-отходы»;

- данные проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР);

- данные «Российского статистического ежегодника» о производстве важнейших видов продукции;

- другие исходные данные, имеющиеся в распоряжении органов административного и природоохранного управления субъекта Российской Федерации.

Оценка количества образовавшихся отходов способом индексации проводится в два этапа. Сначала устанавливается индекс изменения выпуска (или потребления) продукции, в процессе производства (потребления) которой образуются отходы (K_i):

$$K_i = \frac{M_i}{M_i^0}, \quad (4)$$

где M_i^0 – объем производства i -го вида продукции в опорном году;

M_i – объем производства i -го вида продукции в оцениваемом (текущем или прогнозируемом) году.

Затем рассчитывается количество образования отходов:

$$O_n = \sum_i K_i \cdot O_n^0, \quad (5)$$

где O_n^0 – объем образования n -го вида отходов в опорном году;

O_n – объем образования n -го вида отходов в текущем или прогнозируемом году.

3.4. Способ оценки по среднестатистическим данным образования отходов

Способ оценки по среднестатистическим данным образования отходов основывается на опытно-производственных показателях и анализе отчетно-статистических данных о фактическом образовании отходов (в первую очередь производственного потребления) за определенный период времени.

Опытно-производственные показатели могут быть получены либо путем прямого измерения (массы, объема и т.д.), либо путем учета времени исходного параметра (массы, объема), соотнесенного с факторами, оказывающими влияние на его значение. Таким факторами могут быть: износ по массе изделия или материала, загрязненность какими либо веществами (например, нефтепродуктами), обводненность (или наоборот, усушка), удельная доля возможных для сбора отходов. В общем виде это можно выразить зависимостью следующего вида:

$$\sum O_n = \sum M_c \cdot \sum K_{изн} \cdot \sum K_{загр} \cdot \sum K_o \cdot \sum K_c, \quad (6)$$

где: O_n – количество образующихся отходов в натуральных показателях;

M_c – количество исходного сырья в тех же показателях;

$K_{изн}$ – коэффициент, учитывающий степень износа исходного изделия или материала;

$K_{загр}$ – коэффициент, учитывающий загрязненность исходного изделия или материала;

K_o – коэффициент, учитывающий обводненность исходного изделия;

K_c – коэффициент, учитывающий возможную долю сбора образующихся отходов (например, при сливе какого-либо раствора).

В этой формуле любой из коэффициентов может отсутствовать (то есть равен 1), вплоть до ситуации, когда

$$\sum O_n = \sum M_c.$$

Возможно наличие и каких-либо других специфических коэффициентов, характерных для конкретного производства. Значение этих коэффициентов определяется эмпирическим путем (то есть в большинстве случаев прямым измерением), и разброс их значений может быть весьма обширным.

Отчетно-статистические данные о фактическом образовании отходов могут быть получены из бухгалтерской отчетности по списанию малоценных средств, тары и упаковки и т.п., а также из норм расхода сырья и материалов в основных и вспомогательных производствах и эксплуатационных службах.

Таким образом, этот способ тесно связан с экспериментальным методом определения фактических объемов образования отходов и зачастую является прямым его продолжением с учетом динамики за какой-либо период.

3.5. Экспериментальный способ

Этот способ применяется, как правило, при освоении новых технологий либо производств, а также в случаях, когда количество образования отходов носит выраженный переменный характер, зависящий от наличия каких-либо специфических факторов и параметров. Иногда этот способ применяется и в случаях, когда определение объемов образования отходов расчетно-аналитическим способом затруднено из-за отсутствия части данных, большой трудоемкости расчета и т.п. Применение способа основывается на проведении опытных измерений в производственных условиях. Результатом измерений могут быть нормативы образования отходов, приведенные к условной расчетной единице (например, объем образования вскрышных пород, отнесенный к объему добычи полезного ископаемого), и используемые только в определенном месте или в определенный период времени, либо просто фактические объемы отходов, которые образовались при выполнении нехарактерных для данного предприятия работ (например, ремонтно-строительных) или работ, выполненных в экстремальных условиях, возникновение которых в будущем мало вероятно.

3.6. Расчетно-параметрический способ

Расчетно-параметрический способ позволяет установить технически и экономически обоснованные нормативные величины путем выполнения расчетов на основе данных конструкторской и технологической документации, рецептов, регламентов на изготовление продукции, выполнение ремонтно-эксплуатационных или заготовительных работ.

При использовании этого способа применяются расчетные формулы, в состав которых входят показатели и коэффициенты, наиболее полно отражающие фактическое состояние отхода в части количественной оценки вещественно-материального состава. Этот способ самый универсальный из всех рекомендуемых и подразумевает возможное использование других способов в качестве составной части. Он характеризуется высокой точностью, а номенклатура отходов, объемы образования которых рассчитываются этим способом, практически неограниченна.

Особенность способа состоит в индивидуальном подходе к расчету объема образования каждого вида отходов, например таких отходов:

- аккумуляторы свинцовые отработанные поврежденные, со слитым электролитом;
- аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с неслитым электролитом;
- отходы отработанной кабельно-проводной продукции;
- амортизационный лом полимерных изделий;
- другие отходы.

Ниже представлены некоторые формулы для определения объемов образования наиболее распространенных отходов второй группы (представленные изделиями из полимерных материалов и их составными частями) расчетно-параметрическим способом.

1. Аккумуляторы свинцовые отработанные поврежденные, со слитым электролитом:

$$M_{a.6} = \frac{K_3 \cdot \sum_{i=1}^{i=n} K_{a.6}^i \cdot m_{a.6}^i}{H_{a.6}^i} 10^{-3}, \quad (7)$$

где $M_{a.6}$ – масса отработанных свинцовых аккумуляторных батарей (АКБ) со слитым электролитом, т/год;

$K_{a.6}^i$ – количество АКБ i -й марки, находящихся в эксплуатации, шт.; определяется по данным инвентаризации;

$m_{a.6}^i$ – масса свинцовых АКБ i -й марки без электролита, кг.; определяется по техническим характеристикам источников тока;

$H_{a.6}^i$ – средний срок службы АКБ i -й марки, лет; определяется по техническим характеристикам источников тока;

n – число марок эксплуатируемых АКБ;

K_3 – коэффициент, учитывающий остаток электролита после слива, доли. $K_3 = 1,00 \dots 1,15$ (значения $K_3 > 1$ имеют место при замене аккумулятора; при длительном хранении отработанных аккумуляторов остатки электролита испаряются).

2. Аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с неслитым электролитом:

$$M_{a.6.3} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} K_{a.6}^i \cdot K_u^i \cdot m_{a.6.3}^i}{H_{a.6}^i} 10^{-3}, \quad (8)$$

где $M_{a.6.3}$ – масса отработанных свинцовых АКБ с неслитым электролитом, т/год;

$m_{a.6.3}^i$ – масса свинцовых АКБ i -й марки с электролитом, кг.; определяется по техническим характеристикам источников тока;

$K_{a.6}^i$ – количество АКБ i -й марки, находящихся в эксплуатации, шт. определяется по данным инвентаризации;

$H_{a.6}^i$ – средний срок службы АКБ i -й марки, лет; определяется по техническим характеристикам источников тока;

n – число марок эксплуатируемых АКБ;

K_u^i – коэффициент, учитывающий частичное испарение электролита в процессе работы АКБ i -й марки; определяется по данным фактических замеров, для укрупненных расчетов; принимается $K_u^i = 0,75 \dots 0,95$.

3. Отходы отработанной кабельно-проводной продукции:

$$M_k = \sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot S_i \cdot \rho_i \cdot 10^{-6} \quad (9)$$

или

$$M_k = \sum_{i=1}^{i=n} L_i \cdot m_i \cdot 10^{-3}, \quad (10)$$

где M_k – масса заменяемой (отработанной) кабельно-проводной продукции, т/год;

- L_i – длина отработанной проводки i -го типа, м;
- S_i – площадь сечения жилы проводки i -го типа, мм^2 ;
- ρ_i – плотность материала проводки i -го типа, г/см^3 ;
- m_i – масса 1 пог.м проводки i -го типа, кг;
- n – число типов проводки.

Все показатели определяются по паспортным данным и по фактическим замерам.

4. Амортизационный лом полимерных изделий:

$$O_n = \sum_{i=1}^{i=n} M_n^i \cdot K_{\text{изн}}^i \cdot K_{\text{загр}}^i \cdot K_c^i \cdot 10^{-3}, \quad (11)$$

где O_n – масса лома полимерных изделий, т/год;

- M_n^i – масса полимерных изделий i -го вида в исходном состоянии, кг;
- $K_{\text{изн}}^i$ – коэффициент, учитывающий потерю массы изделий i -го вида в процессе эксплуатации, доли; принимается по данным табл. 6;
- $K_{\text{загр}}^i$ – коэффициент, учитывающий наличие загрязнений на изделиях i -го вида, доли; принимается по данным табл. 6;
- K_c^i – коэффициент, учитывающий неизбежные потери при сборе вышедших из употребления изделий i -го вида, доли; принимается по данным табл. 6.

Таблица 6

Значение коэффициентов [14]

Вид полимерных изделий	$K_{\text{изн}}$	$K_{\text{загр}}$	K_c
ПЭ-пленка	0,8	1,02÷1,25	0,8÷0,9
ПЭ-тара	0,8		0,9÷0,95
Остальная тара (кроме одноразовой)	0,8		0,9÷0,95
Сетеснастные материалы	0,9		0,8÷0,9
Пластмассовые корпуса	0,9		0,9÷0,95

4. Проведение расчета объема образования отходов

Для оценки объемов образования полимерных отходов для предприятий производственной и перерабатывающей сферы (первая-вторая группы) предпочтительнее использовать способы оценки по удельным показателям на основе данных материально-сырьевого баланса и расчетно-параметрическим способом; для отходов бытовой сферы (третья группа) – рекомендуется способ по удельным показателям.

4.1. Расчет на основе данных материально-сырьевого баланса

Расчет объема возвратных полимерных отходов первой группы на основе данных материально-сырьевого баланса рекомендуется проводить с использованием материального расчета производства для переработки пластических масс:

- методом прессования [23];
- методом экструзии [24];
- методом литья под давлением [25].

Пример. Необходимо определить объем возвратных отходов, которые могут быть полезно использованы на данном производстве по изготовлению деталей методом литья под давлением с использованием материального расчета.

Исходные данные

Выполняемые основные технологические операции: транспортировка первичного сырья, литьё детали.

Масса детали: $m_d=15$ г (сложность исполнения – третья группа).

Материал – полипропилен (плотность – $\rho=0,91$ г/см^3).

Производственная программа: $\Pi=2 \cdot 10^5$ шт./год.

Предусматривается подготовка возвратных отходов во вторичное сырьё (дробление, гранулирование, смешение с первичным сырьём).

Использование возвратных отходов предусматривается в полном объеме ($\alpha=100\%$).

Расчет

Расчет объема возвратных отходов, которые могут быть использованы на данном производстве по изготовлению полипропиленовых деталей методом литья под давлением, проводится согласно [25].

1. Определяем предельно допустимые нормативные коэффициенты для детали [25, прил.1]:

$K_p=1,046$; $K_1=0,005$; $K_2=0,025$; $K_3=0,0004$; $K_4=0,016$; $K_5=0,02$.

2. Принимаем коэффициент потерь при транспортировке и хранении $K_6=0,002$ [25].

3. Определяем уточненный расходный коэффициент [25, форм.1.8]:

$$K'_p = K_p + K_6 - \frac{\alpha \cdot K_2}{100} = 1,046 + 0,002 - \frac{100 \cdot 0,025}{100} = 1,023$$

4. Рассчитываем норму расхода материала на изготовление детали с учетом возвратных отходов [25, форм.1.9]:

$$H'_p = m_d \left(K'_p + K_6 - \frac{\alpha \cdot K_2}{100} \right) = m_d \cdot K'_p = 15 \cdot 1,023 = 15,345 \text{ г/шт.}$$

5. Определяем массу готовой продукции, выпускаемой за год [25, форм.1.12]:

$$G_n = m_d \cdot \Pi \cdot 10^{-6} = 15 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6} = 3,0 \text{ т/год.}$$

6. Определяем расход сырья на годовую программу:

$$G_c = H'_p \cdot \Pi \cdot 10^{-6} = 15,345 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 10^{-6} = 3,07 \text{ т/год.}$$

7. Дальнейшие расчеты выполняем на годовую программу (т/год).

7.1. Расчет количества безвозвратных потерь (кг/год) проводим по [25, форм. 1.14]

а) при транспортировке: $G_{бн} = G_n \cdot K_6 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,002 = 6,0$ кг;

б) при литье:

- выгорание, летучие $G_{бн} = G_n \cdot 0,9 \cdot K_1 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,9 \cdot 0,005 = 13,5$ кг,

- неиспользуемые отходы $G_{бн} = G_n \cdot K_4 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,016 = 48,0$ кг.

7.2. Расчет количества безвозвратных потерь (кг/год) проводим по [25, форм.1.15]. Всего образуется возвратных отходов:

$$G_{во} = G_n \cdot (K_2 + K_3) = 3,0 \cdot 10^3 \cdot (0,025 + 0,0004) = 76,2 \text{ кг.}$$

Потери при подготовке возвратных отходов [25, форм.1.14]:

а) всего: $G_{вт} = G_n \cdot K_3 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,0004 = 1,2$ кг;

б) в том числе:

- при дроблении $G_{бн} = G_n \cdot 0,7 \cdot K_3 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,7 \cdot 0,0004 = 0,84$ кг,

- при грануляции $G_{бн} = G_n \cdot 0,1 \cdot K_3 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 0,0004 = 0,12$ кг,

- при смешении $G_{бн} = G_n \cdot 0,2 \cdot K_3 = 3,0 \cdot 10^3 \cdot 0,2 \cdot 0,0004 = 0,24$ кг.

Используется возвратных отходов в этом же производстве 100 %, что составляет [25]:

$$G_{во}^{вт} = (G_{во} - G_{бн}) \cdot \alpha = (76,2 - 1,2) \cdot 1 = 75 \text{ кг}$$

8. Идентифицируем возвратные полимерные отходы, направляемые на подготовку и вторичную переработку согласно ФККО по табл. 3 – отходы полипропилена в виде лома, литников, код по ФККО 571 571 030 01 01 99 5.

9. Всего вторичного сырья (смесь вторичных отходов и свежего сырья, при соотношении смешения 1:1), используемого в данном производстве: $75 + 75 = 150$ кг (0,15 т).

10. По результатам расчетов составляем схему материального потока производства (см.рисунок).

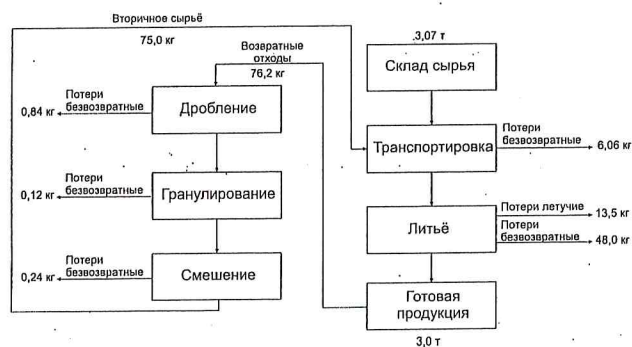


Схема материального потока производства детали из полипропилена методом литья под давлением

Заключение

Проведен расчет материального баланса мощности производства детали из полипропилена методом литья под давлением и переработки отходов. Согласно расчету масса возвратных полимерных отходов (отходы полипропилена в виде лома, литников, код по ФККО 571 571 030 01 01 99 5) составляет 75 кг, а всего вторичного сырья (смесь вторичных отходов и свежего сырья, при соотношении смешения 1:1), используемого в данном производстве, – 150 кг (0,15 т).

4.2. Расчет по удельным показателям

4.2.1. Расчет для отходов первой группы

Расчет отходов данной группы с использованием удельных показателей рекомендуется проводить в случаях экспресс-оценки объемов их образования при производстве полимеров и изделий на их основе.

Пример №1. Необходимо определить количество полимерных отходов, которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате производства полимерных материалов.

Исходные данные

Продукция: сополимеры стирола.

Производственная программа: $M_p^j = 10$ т/год.

Расчет

1. Определяем значение удельного показателя на единицу произведенной продукции сополимеров стирола согласно [15] по Приложению А: $K^j = 0,003$ т/т продукции.

2. Масса образования полимерных отходов рассчитывается по формуле (2):

$$O_n = K^j \cdot M_p^j = 0,003 \cdot 10 = 0,03 \text{ т/год.}$$

3. Идентифицируем полимерные отходы, образовавшиеся в результате производства сополимеров стирола, согласно ФККО по табл. 3 – отходы твердых сополимеров стирола, код по ФККО 571 036 00 01 00 0.

Заключение

Количество полимерных отходов (отходы твердых сополимеров стирола, код по ФККО 571 036 00 01 00 0), которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате производства сополимеров стирола, составляет 0,03 т/год.

Пример №2. Необходимо определить количество полимерных отходов, которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате производства пластмассовых изделий механической обработкой.

Исходные данные

Материал изделий: полиамид.

Производственная программа: $M_p^j = 6$ т/год.

Расчет

1. Определяем значение удельного показателя на единицу произведенной продукции в виде изделий из полиамидов согласно [15] по Приложению А: $K^j = 0,36$ т/т продукции.

2. Масса образования полимерных отходов рассчитывается по формуле (2):

$$O_n = K^j \cdot M_p^j = 0,36 \cdot 6 = 2,16 \text{ т/год.}$$

3. Идентифицируем полимерные отходы, образовавшиеся в результате производства полиамидных изделий, согласно ФККО по табл. 3 – отходы затвердевших полиамидов, код по ФККО 571.011.00.01.00.5.

Заключение

Количество полимерных отходов (отходы затвердевших полиамидов, код по ФККО 571.011.00.01.00.5), которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате производства полиамидных деталей механической обработкой, составляет 2,16 т/год.

4.2.2. Расчет для отходов второй группы

Для расчета образования полимерных отходов данной группы рекомендуется использовать удельные показатели:

- при производстве строительно-монтажных работ [17, 18];
- при обслуживании и ремонте автотранспорта и железнодорожного транспорта [19, 16];
- при производственном потреблении и эксплуатации полимерной продукции и пластмассовых изделий [20-22].

Пример №1. Необходимо определить количество полимерных отходов, которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате проведения строительно-монтажных работ.

Исходные данные

Технологический процесс: строительное производство.

Наименование вида работ: настилка плиточных полов.

Используемые материалы: плитки поливинилхлоридные.

Количество потребляемого материала (сырья): $M_c^i = 0,3$ т/год.

Расчет

1. Определяем удельный норматив образования отходов на единицу потребляемого сырья для строительного производства при настилке плиточных полов с применением поливинилхлоридных плиток согласно [17, 18] по Приложению Б: $K^i = 1,5\%$ (0,015).

2. Масса образования полимерных отходов рассчитывается по формуле (2):

$$O_n = K^i \cdot M_c^i = 0,015 \cdot 0,3 = 0,0045 \text{ т/год.}$$

3. Идентифицируем полимерные отходы, образовавшиеся в результате проведения строительно-монтажных работ, согласно ФККО по табл. 3 – отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе, код по ФККО 571.016.00.01.00.4.

Заключение

Количество полимерных отходов (отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе, код по ФККО 571.016.00.01.00.4), которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся при настилке плиточных полов в строительном производстве, составляет 0,0045 т/год.

Пример №2. Необходимо определить количество полимерных отходов, которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате обслуживания и ремонта автотранспорта.

Исходные данные

Вид транспорта: автобус.

Количество транспорта: 2 единицы.

Пробег одного транспортного средства: $Q_i = 80000$ км/год.

Расчет

1. Определяем удельный норматив образования отходов от обслуживания и ремонта автобуса на одну расчетную единицу (пробег) согласно [19] по Приложению В: $K = 0,0011$ т на 10 тыс. км.

2. Определяем общий пробег всех транспортных средств определенного вида (автобусов):

$$Q_{\text{общ}} = Q_1 + Q_2 = 80000 + 80000 = 160000 \text{ км/год.}$$

3. Так как показатель удельного норматива дан в расчетных единицах на 10 тыс.км пробега, то количество расчетных единиц составит:

$$Q = \frac{Q_{\text{общ}}}{10000} = \frac{160000}{10000} = 16.$$

4. Масса образования полимерных отходов рассчитывается по формуле (3):

$$O_n = K \cdot Q = 0,0011 \cdot 16 = 0,0176 \text{ т/год.}$$

5. Идентифицируем полимерные отходы, образовавшиеся в результате обслуживания и ремонта автобусов, согласно ФККО по табл. 3 – отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571.099.00.01.00.4.

Заключение

Количество полимерных отходов (отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571.099.00.01.00.4), которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся при обслуживании и ремонте автобусов, составляет 0,0176 т/год.

Пример №3. Необходимо определить количество полимерных отходов, которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся в результате обслуживания и ремонта железнодорожного транспорта.

Исходные данные

Вид транспорта: электровоз.

Количество транспорта: 3 единицы.

Вид работ: текущий ремонт ТР-2 и ТР-3.

Расчет

1. Определяем удельный норматив образования отходов от обслуживания и ремонта электровоза на одну расчетную единицу в зависимости от вида выполняемых работ согласно [16] по Приложению Г:

- при текущем ремонте ТР-2 – $K=2,75$ кг/электровоз (0,00275 т/электровоз);

- при текущем ремонте ТР-3 – $K=6,5$ кг/электровоз (0,0065 т/электровоз).

2. Масса образования полимерных отходов для каждого вида выполняемых работ рассчитывается по формуле (3):

- при текущем ремонте ТР-2

$$O_{\text{ТР-2}} = K \cdot Q = 0,00275 \cdot 3 = 0,00825 \text{ т/год};$$

- при текущем ремонте ТР-3

$$O_{\text{ТР-3}} = K \cdot Q = 0,0065 \cdot 3 = 0,0195 \text{ т/год}.$$

3. Общая масса образования полимерных отходов от обслуживания и ремонта электровозов составит:

$$O_n = O_{\text{ТР-2}} + O_{\text{ТР-3}} = 0,00825 + 0,0195 = 0,02775 \text{ т/год}.$$

4. Идентифицируем полимерные отходы, образовавшиеся в результате обслуживания и ремонта электровозов, согласно ФККО по табл. 3 – отходы формовочных масс (термоактивной пластмассы) затвердевшие, код по ФККО 571 007 00 01 00 5.

Заключение

Количество полимерных отходов (отходы формовочных масс (термоактивной пластмассы) затвердевшие, код по ФККО 571 007 00 01 00 5), которые могут быть использованы во вторичной переработке, образующихся при обслуживании и ремонте электровозов, составляет 0,02775 т/год.

Пример №4. Необходимо определить объем сбора вторичного полимерного сырья, образующегося в результате производственного потребления полимерных мягких контейнеров разового использования (МКР, «биг-беги»).

Исходные данные

Количество используемых МКР: $N=30000$ шт./год.

Масса 1-го МКР: $m=0,7$ кг.

Расчет

1. Определяем общую массу потребляемой продукции (используемых МКР):

$$M_c^i = N \cdot m = 30000 \cdot 0,7 = 21000 \text{ кг, или } 21 \text{ т}.$$

2. Определяем нормативы сбора вторичного сырья согласно [20] по Приложению Д (исходные данные принимаем по продукции «Мешки из-под минеральных удобрений»): $K^i=80\%$ (0,8).

3. Масса МКР, переходящая в отход с целью использования в качестве вторичного полимерного сырья, рассчитывается по формуле (2):

$$O_n = K^i \cdot M_c^i = 0,8 \cdot 21 = 16,8 \text{ т/год}.$$

4. Идентифицируем вторичное полимерное сырьё, образовавшееся в результате производственного потребления полимерных МКР, согласно ФККО по табл. 4 – отходы пластмассовой (синтетической) пленки, незагрязненной, код по ФККО 571 019 00 01 00 5.

Заключение

Объём сбора вторичного полимерного сырья (отходы пластмассовой (синтетической) пленки, незагрязненной, код по ФККО 571 019 00 01 00 5), образующегося в результате производственного потребления МКР, составляет 16,8 т/год.

4.2.3. Расчет для отходов третьей группы

Для отходов третьей группы предусматривается отдельный сбор компонентов отходов, направляемых на вторичную переработку (бумага и картон, металлы, пластмассы и полимерные вещества, стекло), и несортированной части, направляемой на захоронение.

Морфологический состав отходов ТБО и КБО определяется по табл. 2. Удельные показатели объема образования ТБО принимаются по Приложению Б. Норма накопления КБО составляет 5% от ТБО [26].

Пример. Необходимо определить объем полимерных отходов, направляемых на вторичную переработку, содержащихся в ТБО и КБО, образующихся на объектах городской инфраструктуры.

Исходные данные

Объект образования отхода – предприятие;

Расчетная единица – сотрудники;

Количество расчетных единиц – 15 чел.

Расчет

1. Классифицируем исходный вид отхода согласно ФККО по табл. 5:

- мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный), код по ФККО 912 004 00 01 00 4;

- мусор от бытовых помещений организаций крупногабаритный, код по ФККО 912 005 00 01 00 5.

2. Удельный показатель образования ТБО для предприятия в расчете на одного сотрудника принимается согласно [11] по Приложению Е: $K=0,1$ т/год.

3. Масса образования ТБО от работников предприятия рассчитывается по формуле (3):

$$O_{\text{ТБО}} = K \cdot Q = 0,1 \cdot 15 = 1,5 \text{ т/год}.$$

4. Определяем объем ТБО при их средней плотности $\rho=0,09 \text{ т/м}^3$ (принимаем по Приложению Е):

$$V_{\text{ТБО}} = \frac{O_{\text{ТБО}}}{\rho} = \frac{1,5}{0,09} = 16,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

5. Исходные данные для расчёта и результаты расчётов сводим в таблицу.

Наименование объекта образования	Количество сотрудников, чел.	Удельные нормы образования, т	Плотность, т/м ³	Количество отхода в год	
				т	м ³
Предприятие	15	0,1	0,09	1,5	16,7

6. Рассчитываем массу образования и объем КБО:

$$O_{\text{КБО}} = O_{\text{ТБО}} \cdot 5\% = 1,5 \cdot 0,05 = 0,08 \text{ т/год.}$$

$$V_{\text{КБО}} = V_{\text{ТБО}} \cdot 5\% = 16,7 \cdot 0,05 = 0,84 \text{ м}^3/\text{год.}$$

7. Определяем массу и объем полимерной составляющей отхода, принимая компонентное содержание по табл. 2:

- для ТБО

$$O_{\text{ТБО}}^{\text{пол}} = O_{\text{ТБО}} \cdot 10\% = 1,5 \cdot 0,1 = 0,15 \text{ т/год.}$$

$$V_{\text{ТБО}}^{\text{пол}} = V_{\text{ТБО}} \cdot 10\% = 16,7 \cdot 0,1 = 1,67 \text{ м}^3/\text{год.}$$

- для КБО

$$O_{\text{КБО}}^{\text{пол}} = O_{\text{КБО}} \cdot 18\% = 0,08 \cdot 0,18 = 0,014 \text{ т/год.}$$

$$V_{\text{КБО}}^{\text{пол}} = V_{\text{КБО}} \cdot 18\% = 0,84 \cdot 0,18 = 0,15 \text{ м}^3/\text{год.}$$

8. Исходные данные для расчёта и результаты расчётов сводим в таблицу.

Вид отхода	Доля полимерной части от общего объема/массы, %	Объем, м ³	Масса, т
ТБО	10	1,67	0,150
КБО	18	0,15	0,014
Итого		1,82	0,164

9. Идентифицируем полимерные отходы, направляемые на вторичную переработку, согласно ФККО по табл. 3 – отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571 099 00 01 00 4.

Заключение

Объем полимерных отходов (отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571 099 00 01 00 4), направляемых на вторичную переработку, содержащихся в ТБО и КБО, образующихся от деятельности административных работников предприятия, составляет 0,164 т/год (1,82 м³/год).

4.3. Расчет расчетно-параметрическим способом

Определение объемов образования отходов второй группы расчетно-параметрическим способом рекомендуется проводить для изделий из полимерных материалов (или их составных полимерных частей).

Пример №1. Необходимо определить ежегодный объем полимерных отходов, которые могут быть направлены на вторичную переработку, образующихся в результате сбора и переработки отработанных автомобильных аккумуляторов с неслитым электролитом (АКБ).

Исходные данные

Тип АКБ – свинцовые стартерные (сухозаряженные) для пуска двигателей и питания электрического оборудования автомобилей, автобусов, тракторов и других колесных и гусеничных машин.

Марка АКБ – 6СТ-60П.

Количество эксплуатируемых АКБ $n=1500$ шт.

Технические характеристики АКБ (согласно паспортным данным):

– масса АКБ с электролитом $m_{\text{а.б.э}}^i=20,5$ кг,

– средний срок службы АКБ i -й марки $H_{\text{а.б.э}}^i=3$ года.

Испарение электролита в процессе эксплуатации составляет 10% от массы АКБ.

Расчет

1. Классифицируем исходный вид отхода согласно ФККО по табл. 4 – аккумуляторы свинцовые отработанные неповрежденные, с неслитым электролитом (код по ФККО 921 101 01 13 01 2).

2. Так как потери электролита в процессе эксплуатации АКБ составляет 10% от массы, принимаем коэффициент, учитывающий частичное испарение электролита в процессе работы АКБ равным $K_u^i = 0,9$ [14].

3. Определяем массу отработанных АКБ, поступающих на переработку, по формуле (8):

$$M_{\text{а.б.э}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} K_{\text{а.б.э}}^i \cdot K_u^i \cdot m_{\text{а.б.э}}^i}{H_{\text{а.б.э}}^i} \cdot 10^{-3} = \frac{1500 \cdot 0,9 \cdot 20,5}{3} \cdot 10^{-3} = 9,23 \text{ т/год.}$$

4. Определяем массу полимерной части АКБ, которая может быть направлена на вторичную переработку. Согласно [3] (см. табл. 1) полимерная часть в АКБ составляет 7,78%:

$$O_{\text{АКБ}}^{\text{пол}} = M_{\text{а.б.э}} \cdot 7,78\% = 9,23 \cdot 0,0778 = 0,72 \text{ т/год.}$$

5. Определяем компонентный состав полимерной части АКБ. Согласно [3] (см. табл. 1) содержание ПП и ПВХ в полимерной части АКБ составляет 4,27 и 3,51% соответственно. Таким образом:

$$O_{\text{ПП}}^{\text{пол}} = M_{\text{а.б.э}} \cdot 4,27\% = 9,23 \cdot 0,0427 = 0,39 \text{ т/год.}$$

$$O_{\text{ПВХ}}^{\text{пол}} = M_{\text{а.б.э}} \cdot 3,51\% = 9,23 \cdot 0,0351 = 0,33 \text{ т/год.}$$

6. Исходные данные для расчёта и результаты расчётов сводим в таблицу.

№ п/п	Вид полимера	Доля полимерной части, %	Масса, т/год
1	ПП	4,27	0,39
2	ПВХ	3,51	0,33
3	Всего	7,78	0,72

7. Идентифицируем полимерные отходы, направляемые на вторичную переработку, согласно ФККО по табл.3:

7.1. При разделении смеси полимеров (например, методом «всплытие-осаждение»):

- отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе, код по ФККО 571 016 00 01 00 4;

- отходы полипропилена в виде лома, литников, код по ФККО 571 030 01 01 99 5.

7.2. При совместном сборе полимеров – отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571 099 00 01 00 4.

Заключение

Объём полимерных отходов, которые могут быть направлены на вторичную переработку, образующихся в результате сбора и переработки отработанных автомобильных аккумуляторов с неслитым электролитом:

- при совместном сборе полимеров (отходы смеси затвердевших разнородных пластмасс, код по ФККО 571 099 00 01 00 4) – 0,72 т/год;

- при разделении смеси полимеров:

а) отходы затвердевшего поливинилхлорида и пенопласта на его базе, код по ФККО 571 016 00 01 00 4 – 0,33 т/год;

б) отходы полипропилена в виде лома, литников, код по ФККО 571 030 01 01 99 5) – 0,39 т/год.

Пример №2. Необходимо определить ежегодный объём полимерных отходов, которые могут быть направлены на вторичную переработку, образующихся в результате амортизационного износа пластмассовых поддонов (паллет).

Исходные данные

Масса пластмассового поддона $m=14$ кг.

Количество используемых поддонов $n=200$ шт.

Расчет

1. Принимаем коэффициент, учитывающий потерю массы поддона в процессе эксплуатации согласно [14] по данным табл.6 (исходные данные принимаем по ПЭ-таре): $K_{изн}^i=0,8$.

2. Принимаем коэффициент, учитывающий наличие загрязнений на поддоне согласно [14] по данным табл.6: $K_{загр}^i=1,02$.

3. Принимаем коэффициент, учитывающий неизбежные потери при сборе вышедших из употребления поддонов согласно [14] по данным табл.6 (исходные данные принимаем по ПЭ-таре): $K_c^i=0,9$.

4. Определяем общую массу эксплуатируемых поддонов:

$$M_n^i = n \cdot m = 200 \cdot 14 = 2800 \text{ кг.}$$

5. Масса амортизационного лома пластмассовых поддонов (паллет), которая может быть направлена на вторичную переработку, рассчитывается по формуле (11):

$$O_n = \sum_{i=1}^{i=n} M_n^i \cdot K_{изн}^i \cdot K_{загр}^i \cdot K_c^i \cdot 10^{-3} = 2800 \cdot 0,8 \cdot 1,02 \cdot 0,9 \cdot 10^{-3} = 2,06 \text{ т/год.}$$

6. Идентифицируем полимерные отходы, направляемые на вторичную переработку, согласно ФККО по табл. 3 – пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства, код по ФККО 571 018 00 13 00 5.

Заключение

Объём полимерных отходов (пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства, код по ФККО 571 018 00 13 00 5), которые могут быть направлены на вторичную переработку, образующихся в результате амортизационного износа пластмассовых поддонов (паллет), составляет 2,06 т/год.

Заключение

Вторичная переработка (рециклинг) полимерных отходов, или отходов, содержащих в своем составе полимерную составляющую, сегодня является одной из наиболее актуальных проблем, причем она носит не только технический характер, а в первую очередь экономические, социальные и экологические аспекты.

Наибольшим уровнем сбора и переработки полимерных отходов характеризуются отходы ПЭ – 20%, ПП – до 17%, отходов ПВХ перерабатывается не более 10%, полистирола – 12%, ПТЭФ – около 15%.

Благодаря высокой стойкости к воздействию окружающей среды данные отходы сохраняются в естественных условиях в течение длительного времени. Однако с точки зрения влияния на окружающую среду утилизация полимерных отходов может рассматриваться как важный экономический фактор – данные отходы поступают на повторное использование. Это позволяет сократить использование естественных ресурсов, снизить негативную нагрузку на окружающую природную среду и, кроме того, получить экономическую выгоду.

Библиографический список

1. Об охране окружающей среды. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (принят Гос. Думой РФ 20.12.2001, ред. от 10.01.2014). // Российская газета. 12.01.2002. № 6.
2. Водный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 03.06.2006 г. №74-ФЗ (принят Гос. Думой РФ 12.04.2006 ред. от 03.06.2006). // Российская газета. 08.06.2006. № 121:
3. МРО 4-99. Методика расчета объемов образования отходов. Отработанные элементы питания. С.-Пб.: Центр обеспечения экологического контроля при Госкомэкологии России, 1999.
4. Об утверждении примерного компонентного состава опасных отходов, присутствующих в ФККО, которые не нуждаются в подтверждении класса опасности для окружающей природной среды: // [Электронный ресурс] от 16 июня 2004 г. № 75.
5. ГОСТ 24105-80. Изделия из пластмасс. Термины и определения дефектов. Введ. 2008-10-01. М.: Изд-во стандартов, 2003.
6. ГОСТ Р 50962-96. Посуда и изделия хозяйственного назначения из пластмасс. Общие технические условия. Введ. 1998-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2008.
7. Кузьмин Р.С. Компонентный состав отходов. Часть 1: монография Казань: Дом печати, 2007.
8. ГОСТ 10354-82. Пленка полиэтиленовая. Технические условия. Введ. 1983-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2007.
9. ГОСТ 25951-83. Пленка полиэтиленовая термоусадочная. Технические условия. Введ. 1985-01-01. М.: Изд-во стандартов, 2013.
10. Кузьмин Р.С. Компонентный состав отходов. Часть 2: монография. Казань: Дом печати, 2009.
11. Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание): справочник / В.Г. Систер [и др.]. М.: АКХ им. К.Д. Панфилова, 2001.
12. Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов: Приказ МПР РФ [Электронный ресурс]: от 02 декабря 2002 г. № 786.
13. О внесении дополнения к Федеральному классификационному каталогу: Приказ МПР РФ [Электронный ресурс]: от 30 июля 2002 г. № 663.
14. Методические рекомендации по оценке объемов образования отходов производства и потребления. М.: ГУ НИЦПУРО, 2003.
15. Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. М.: Государственный комитет Российской Федерации по охране окружающей среды, 1999.
16. Допустимые нормы образования отходов в технологических процессах железнодорожного транспорта. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, 2001.

17. РДС 82-202-96. Правила разработки и применения нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве. Введ 1996-08-08. М.: Госстрой России, 1996.
18. РДС 82-202-96. Правила разработки и применения нормативов трудноустраняемых потерь и отходов материалов в строительстве: дополнение: РДС 82-202-96: Введ 1997-12-03. М.: Госстрой России, 1998.
19. Исследование свойств и характеристик отходов предприятий автомобильного транспорта и разработка норм образования, накопления отходов АТП: отчет о НИР (заключ) ЗАО «ГИПРОАВТОТРАНС», рук. М.Н. Филатов, А.А. Маслов. М., 1995.
20. Вторичные материальные ресурсы номенклатуры Госнаба СССР: образование и использование: справочник / сост. Т.С.Азарова и др. М.: Экономика, 1987.
21. О справочных материалах по удельным показателям образования важнейших видов отходов производства и потребления: Письмо Госэкологии РФ от 28 января 1997г. №03-11/29-251.
22. Методические рекомендации по разработке проекта нормативов предельного размещения отходов для теплоэлектростанций, теплоэлектроцентралей, промышленных и отопительных котельных: метод. рекомендации /сост. Л.Н. Григорьев [и др.]; С.-Пб.: ЗАО «Энергопотенциал» 1998.
23. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс прессованием: метод. пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / сост. Ю.И. Литвинец, Н.М. Мухин. Екатеринбург: УГЛТА, 2002.
24. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс экструзией: метод. пособие для практических занятий, курсового и дипломного проектирования / сост. Ю.И.Литвинец. Екатеринбург: УГЛТА, 2001.
25. Основы материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс литьем под давлением: метод. пособие для практических занятий; курсового и дипломного проектирования / сост.: Ю.И.Литвинец. Екатеринбург: УГЛТА, 2001.
26. СП 42.13330.2011 (актуализированный СНиП 2.07.01-89). Градостроительство. Планировка зданий и застройка сельских и городских поселений. М.: ОАО «ЦПП», 2011.

Приложения

Продолжение приложения А

Приложение А

Некоторые удельные показатели образования отходов от производства полимеров и изделий на их основе [15]

Технологический процесс или вид производства	Наименование образующихся отходов и попутных продуктов	Значение удельного показателя, т/т продукции
Производство поливинилхлоридной смолы (поливинилхлорида, ПВХ)	Пульпа саже-смоляная	0,252
	Крупнодисперсная фракция	0,022
	Корки ПВХ	0,010
	Кубовые остатки	0,144 10 ⁻³
Производство стирола (исходный материал)	Кубовые остатки	0,020
Производство сополимеров стирола	Отходы полимера	0,003
Производство пенополиуретана (ППУ)	Отходы полимера	0,070
Производство фенолоформальдегидной смолы	Отходы смолы (утильные)	0,003
Производство фенолоформальдегидных порошков	Отходы пресс-порошков (пыль и мелкие фракции полимера)	0,006
Производство фенопласта	Отходы полимера	0,005
Производство метилакрилата	Отходы полимера	0,080
Производство этилена и пропилена	Циолиты синтетические в гранулах (отработанные)	0,180
Производство полиэтилена (сырьевой продукт)	Отходы полиэтилена (жгуты, глыбы, россыпь гранул и т.п.)	0,010
Производство пенопласта на основе эмульсионного поливинилхлорида (ПВХ-1)	Отходы пенопласта (полосы и обрезки)	0,136
Производство пенопласта на основе эмульсионного полистирола (ПС-1)	Отходы пенопласта (полосы и обрезки)	0,035
Производство прессованных изделий из пресс-порошков пенопласта АГ-4С и пенопласта АГ-4В	Пресс-остатки (облой, грат)	0,120

Технологический процесс или вид производства	Наименование образующихся отходов и попутных продуктов	Значение удельного показателя, т/т продукции
Производство прессованных технических изделий из фенолформальдегидных порошков	Пресс-остатки (облой, грат)	0,029-0,100
Производство прессованных изделий на основе фенопластов У1-301-07 и фенопластов 76	Пресс-остатки (волокнит, облой, заусенцы)	0,083-0,100
Производство прессованных изделий из порошковых фенопластов	Пресс-остатки и отходы механической обработки изделий	0,200
Производство прессованных изделий из аминопластов	Пресс-остатки и отходы механической обработки изделий	0,067-0,100
Производство прессованных технических изделий из карбамидных пресс-порошков	Пресс-остатки (облой, грат)	0,035
Производство эластичного листового пенополиуретана на основе полиэфира П-2200	Обрывки, куски, обрезки, корки блоков	0,085
Производство эластичного листового пенополиуретана на основе простых полиэфиров (лапрол 3003)	Обрывки, куски, обрезки, корки блоков	0,103
Производство эластичного рулонного пенополиуретана на основе полиэфира П-2200	Обрывки, куски, обрезки, корки рулонов	0,424
Производство блочного пенополиуретана на основе полиэфира П-2200	Обрывки, куски, обрезки, корки блоков	0,215
Производство полиэтиленовой пленки «Повиден» и изготовление пакетов на ее основе	Отходы пленки, содержащие сополимер винилхлорида и винилизохлорида	0,023
Производство изделий из поливинилхлорида (ПВХ), кроме пленки	Отходы ПВХ	0,032

Технологический процесс или вид производства	Наименование образующихся отходов и попутных продуктов	Значение удельного показателя, т/т продукции
Производство клеящей прозрачной защитной пленки ПВХ и покрытий на ее основе	Обрезки пленки (подложки)	0,066
Производство пленки ПВХ (без клеящегося покрытия)	Отходы от переработки исходной массы (суммарные)	0,052
Производство изделий из сополимера стирола МСН (кроме литья)	Отходы сополимера	0,163
Производство литья (литых изделий) из полистирола и его сополимеров (МС, МСН, САН, АБС)	Отходы полистирола и сополимеров	0,040
Производство изделий из полиамидов	Отходы полиамидов	0,360
Производство литья (литых изделий) из полимерных материалов на основе полиэтилена низкого давления	Отходы полиэтилена	0,040
Производство литья (литых изделий) из полимерных материалов на основе полипропилена	Отходы полипропилена	0,050

Удельные нормы образования полимерных отходов при проведении строительно-монтажных работ [17, 18]

Технологический процесс	Наименование вида работ и материалов	Удельный норматив образования отхода, %
Строительное производство	Плёнка поливинилхлоридная декоративная отделочная самоклеящаяся	4,0
	Настилка плиточных полов: плитки поливинилхлоридные	1,5
	Оклейка поверхностей тканями: плёнка поливинилхлоридная декоративная отделочная самоклеящаяся	1,8
Прокладка трубопроводов	Внутренние сети: пластмассовые трубы с фасонными частями и деталями трубопроводов	2,5
	Внутриплощадочные и внеплощадочные сети: пластмассовые трубы с фасонными частями и деталями трубопроводов	2,5

Отходы пластмассовых материалов (фурнитуры, тары и пленки) и полиэтилена, образующиеся при эксплуатации и обслуживании автомобильного транспорта [19]

№ п/п	Вид транспорта	Удельные показатели отходов
1	Легковой	0,4 кг на 10 тыс. км пробега
2	Грузовой	0,7 кг на 10 тыс. км пробега
3	Автобус	1,1 кг на 10 тыс. км пробега

Приложение Г

Удельные нормы образования отходов пластмасс от эксплуатации и ремонта железнодорожного транспорта [16]

Технологический процесс	Вид работ	Удельный норматив образования отхода на 1 расчетную единицу
Ремонт тепловозов	Текущий ремонт ТР-2	1,6 кг/тепловоз
	Текущий ремонт ТР-3	4,75 кг/тепловоз
Ремонт электровозов	Текущий ремонт ТР-2	2,75 кг/электровоз
	Текущий ремонт ТР-3	6,5 кг/электровоз
Ремонт электропоездов	Текущий ремонт ТР-3	1,75 кг/электросекция
Ремонт дизель-поездов и автотомтрис	Текущий ремонт ТР-3	6 кг/поезд
Ремонт пассажирских вагонов	Деповский ремонт вагонов	1,75 кг/вагон
Ремонт путевого хозяйства	Ремонт путевых машин	3 кг/ремонтная единица

Приложение Д

Данные по удельным показателям образования вторичных полимерных материалов в сфере потребления [20]

№ п/п	Наименование потребляемой полимерной продукции	Нормативы сбора вторичного сырья (в % от объема образующихся отходов)
1	Полиэтиленовая сельскохозяйственная пленка	80
2	Мешки из-под минеральных удобрений	80
3	Полимерная тара	80
4	Сетчатые материалы	75

Приложение Е

Ориентировочные нормы накопления ТБО от различных объектов инфраструктуры [11]

№ п/п	Объект образования отходов	Расчетная единица	Удельный показатель образования		Плотность, кг/м ³
			кг/год	м ³ /год	
1	Гостиница	на 1 место	120	1,0	120
2	Детский сад, ясли	на 1 место	95	0,5	200
3	Школа, техникум, институт	на 1 учащегося	24	0,12	200
4	Театр, кинотеатр	на 1 место	30	0,2	150
5	Учреждение, предприятие	на 1 сотрудника	100	1,1	80 ÷ 100
6	Продовольственный магазин	на 1 м ² торговой площади	80 ÷ 160	0,8 ÷ 1,5	100 ÷ 110
7	Промтоварный магазин	на 1 м ² торговой площади	50 ÷ 150	0,5 ÷ 1,3	100 ÷ 110
8	Рынок	на 1 м ² торговой площади	35	0,35	100
9	Санатории, пансионаты, дома отдыха	на 1 место	380	2	190
10	Вокзал, аэропорт, аэровокзал	на 1 м ² торговой площади	125	0,5	250
11	Благоустроенные жилые дома при отборе пищевых отходов	на 1 человека	180 ÷ 200	0,9 ÷ 1,0	190 ÷ 200
12	--- без отбора пищевых отходов	на 1 человека	210 ÷ 225	1,0 ÷ 1,1	200 ÷ 220
13	Неблагоустроенные дома без отбора пищевых отходов	на 1 человека	350 ÷ 450	1,2 ÷ 1,5	300
14	Общая норма накопления ТБО по благоустроенным жилым и общественным зданиям для городов с населением более 100 тыс. человек	на 1 человека	260 ÷ 280	1,4 ÷ 1,5	190
15	То же, с учетом всех арендаторов	на 1 человека	280 ÷ 300	1,5 ÷ 1,55	20

Содержание

Введение	3
§ 1. Отходообразующие процессы и номенклатура полимерных отходов...	4
§ 2. Идентификация полимерных отходов	6
§ 3. Определение исходных данных и способа для расчета объемов образования отходов.....	11
3.1. Способ на основе данных материально-сырьевого баланса	12
3.2. Способ по удельным показателям образования отходов	13
3.3. Способ по индексации опорных данных по динамике выпуска (потребления) продукции	14
3.4. Способ оценки по среднестатистическим данным образования отходов.....	15
3.5. Экспериментальный способ	16
3.6. Расчетно-параметрический способ	16
§ 4. Проведение расчета объема образования отходов.....	18
4.1. Расчет на основе данных материально-сырьевого баланса	19
4.2. Расчет по удельным показателям.....	21
4.2.1. Расчет для отходов первой группы	21
4.2.2. Расчет для отходов второй группы	22
4.2.3. Расчет для отходов третьей группы.....	25
4.3. Расчет расчетно-параметрическим способом.....	27
Заключение	29
Библиографический список	30
Приложения.....	32