

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,
металлургии и химической промышленности



Обзор рынка вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ) в России

2 издание

Москва
сентябрь, 2015

Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/34/329>
Общее количество страниц: 143 стр.
Стоимость отчета – 48 000 рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО "ИНФОМАЙН" исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов ИНФОМАЙН, являются надежными, однако ИНФОМАЙН не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. ИНФОМАЙН не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации. Информация, представленная в настоящем отчете, получена из открытых источников либо предоставлена упомянутыми в отчете компаниями. Дополнительная информация предоставляется по запросу. Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения ИНФОМАЙН либо тиражироваться любыми способами.

Copyright © ООО "ИНФОМАЙН".

Содержание

Аннотация.....	9
Введение	11
1. Краткая характеристика рынка первичного ПЭТ и упаковочных изделий из него в РФ в 2003-2014 гг.	13
1.1. Рынок первичного ПЭТ	13
1.2. Рынок ПЭТ преформ.....	18
2. Виды вторичного ПЭТ (флекссы, гранулы): характеристики и свойства	23
3. Образование отходов ПЭТ в РФ.....	27
3.1. Классификация ПЭТ отходов по источникам образования.....	27
3.2. Оценка объема ежегодного образования отходов ПЭТ	29
3.2.1. Оценка накопления производственных ПЭТ отходов.....	31
3.2.2. Оценка накопления коммунально-бытовых ПЭТ отходов.....	32
3.3. Прогноз образования отходов ПЭТ на период до 2019 г.....	36
4. Организация сбора и подготовка ПЭТ отходов к переработке в РФ	37
4.1. Способы сбора ПЭТ отходов	38
4.1.1. Раздельный сбор ПЭТ отходов.....	40
4.1.2. Мусоросортировочные (мусороперерабатывающие) станции (заводы)	43
4.1.3. Ручной сбор ПЭТ отходов.....	50
4.2. Обработка отходов ПЭТ	52
4.2.1. Сортировка.....	52
4.2.2. Пакетирование	61
5. Способы переработки отходов ПЭТ в РФ	64
5.1. Классификация способов переработки отходов ПЭТ	64
5.2. Характеристика способов переработки отходов ПЭТ.....	66
5.2.1. Энергетические/термические способы	66
5.2.2. Химические способы	68
5.2.3. Механические и механико-химические способы.....	71
6. Рынок вторичного ПЭТ в России	76
6.1. Производство вторичного ПЭТ в 2005-2014 гг.....	76
6.1.1. Объемы и структура производства	76
6.1.2. Текущее состояние крупнейших предприятий-переработчиков ПЭТ отходов.....	81
Крупнейшие производители ПЭТ гранул	81
Крупнейшие производители ПЭТ флексов	87
6.2. Внешнеторговые операции с отходами ПЭТ в России в 2006-2014 гг.	91

6.3. Цены на вторичный ПЭТ в России в 2010-2014 гг. и прогноз на период до 2019 г.	98
6.4. Потребление вторичного ПЭТ в России в 2010-2014 гг.	103
6.5. Прогноз производства и потребления вторичного ПЭТ в РФ на период до 2019 г.	110
7. Основные направления использования вторичного ПЭТ в РФ	113
7.1. Требования к качеству сырья со стороны отдельных потребительских сегментов.....	113
7.2. Рециклинг вторичного ПЭТ в полиэфирное волокно	115
7.3. Рециклинг вторичного ПЭТ в упаковочную ленту	121
7.4. Рециклинг вторичного ПЭТ в строительные материалы.....	125
7.5. Рециклинг вторичного ПЭТ в пленку и листы.....	128
7.6. Рециклинг вторичного ПЭТ в производство бутылок пищевого и непищевого назначения	129
7.7. Рециклинг вторичного ПЭТ в добавки при производстве первичного гранулята и преформ.....	133
8. Базовые законодательные акты, регламентирующие обращение с отходами в России	136
Приложение. Контактная информация производителей вторичного ПЭТ в России	142

Список таблиц

- Таблица 1. Физико-химические характеристики полиэтилентерефталата
- Таблица 2. Номенклатура ПЭТ преформ, выпускаемых ЗАО «Ретал»
- Таблица 3. Номенклатура преформ, выпускаемых Объединением предприятий «Европласт»
- Таблица 4. Номенклатура преформ, выпускаемых ООО «Алпла»
- Таблица 5. Технические требования к ПЭТ флексам, применяемых для дальнейшей переработки
- Таблица 6. Технические характеристики ПЭТ гранулята
- Таблица 7. Структура и средний объем ежегодного образования бытовых ПЭТ отходов по регионам РФ в 2014 г. тыс. т, %
- Таблица 8. Перечень крупнейших мусороперерабатывающих заводов, мусоросортировочных станций и комплексов в России
- Таблица 9. Технические характеристики установки для обнаружения ПВХ в потоке полимеров производства ООО «ЭкоМеханика™»
- Таблица 10. Технические характеристики автоматического комплекса сортировки отходов пластмасс производства ООО «Атласмаш»
- Таблица 11. Показатели токсичности газов при сжигании некоторых полимеров
- Таблица 12. Основные производители вторичного ПЭТ в России в 2010 г. и 2013-2014 гг., тыс. т, %
- Таблица 13. Технические характеристики флексов и гранулята вторичного ПЭТ, полученных из ПЭТ бутылок в ООО «Пластсервис»
- Таблица 14. Технические характеристики хлопьев и гранулята ПЭТ производства ООО «МСП-ПЭТ»
- Таблица 15. Технические характеристики ПЭТ флексов, выпускаемых ЗАО «РБ-Групп»
- Таблица 16. Технические характеристики ПЭТ хлопьев, выпускаемых ЗАО «ЭкоТехнологии»
- Таблица 17. Объемы импорта отходов ПЭТ в РФ в натуральном и денежном выражении (т, тыс. \$), цены на поставляемую продукцию (\$/кг) по странам-поставщикам в 2010-2015 гг.
- Таблица 18. Крупнейшие зарубежные компании-поставщики ПЭТ отходов в РФ в 2010-2014 гг., т
- Таблица 19. Объемы российского экспорта отходов ПЭТ в натуральном и денежном выражении (т, тыс. \$), цены на поставляемую продукцию (\$/кг) по странам-получателям в 2010-2015 гг.
- Таблица 20. Крупнейшие российские компании-поставщики ПЭТ отходов на экспорт в 2010-2014 гг., т
- Таблица 21. Среднегодовые цены на вторичный ПЭТ в РФ в 2010-2015 гг., руб./т (с доставкой до потребителя)
- Таблица 22. Баланс производства-потребления вторичного ПЭТ в РФ в 2010-2014 гг., тыс. т, %
- Таблица 23. Вязкость вторичного ПЭТ в зависимости от области применения

Таблица 24. Крупнейшие предприятия-потребители ПЭТ флексов и гранулята в РФ в 2014 гг., тыс. т, %

Таблица 25. Баланс производства-потребления вторичного ПЭТ по регионам РФ в 2014 г., тыс. т, %

Таблица 26. Рекомендации европейского агентства PETSOR по составу и свойствам ПЭТ для изготовления тары для пищевых продуктов

Таблица 27. Технические характеристики вторичного ПЭТ, используемого в производстве продукции, не предназначенной для контакта с пищевыми продуктами

Таблица 28. Крупнейшие производители полиэфирного волокна из вторичного ПЭТ в РФ в 2013-2014 гг., тыс. т, %

Таблица 29. Крупнейшие производители упаковочной ПЭТ ленты из вторичного ПЭТ в РФ в 2013-2014 гг., тыс. т, %

Таблица 30. Физико-механические свойства строительных материалов на основе ПЭТ

Таблица 31. Сравнение свойств первичного и вторичного ПЭТ

Таблица 32. Изменение молекулярной массы ПЭТ по стадиям изготовления изделий и получения вторичного ПЭТ

Таблица 33. Крупнейшие производители гранул вторичного ПЭТ для производства преформ в РФ в 2013-2014 гг., тыс. т, %

Таблица 34. Санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования, предъявляемые к ПЭТ для производства тары пищевого назначения в РФ

Таблица 35. Основные характеристики первичного полиэтилентерефталата

Таблица 36. Показатели качества первичного ПЭТ гранулята согласно ГОСТ Р 51695-2000

Таблица 37. Баланс производства-потребления вторичного ПЭТ по секторам потребления в РФ в 2014 гг., тыс. т, %

Список рисунков

- Рисунок 1. Динамика основных показателей рынка ПЭТ в России
- Рисунок 2. Динамика основных показателей рынка ПЭТ преформ в России в 2003-2014 гг., тыс. т
- Рисунок 3. Структура производства ПЭТ преформ по предприятиям в 2010-2014 г., %
- Рисунок 4. Блок-схема и баланс рынка первичного и вторичного ПЭТ в России (2014 г.), тыс. т, %
- Рисунок 5. Динамика накопления ПЭТ отходов в 2010-2014 гг. и прогноз на период 2015-2019 гг., тыс. т
- Рисунок 6. Структура сбора ПЭТ отходов, %
- Рисунок 7. Блок-схема предприятия комплексной переработки ТБО
- Рисунок 8. Схема мусоросортировочного комплекса
- Рисунок 9. Сортировочная линия производства ООО «Урал-Сот»
- Рисунок 10. Автоматический комплекс сортировки отходов пластмасс производства ООО «Завод полимерного машиностроения «Атласмаш»
- Рисунок 11. Пакетировочные прессы производства ООО «ЭкоМеханика™»
- Рисунок 12. Основные способы переработки отходов ПЭТФ
- Рисунок 13. Технологическая схема переработки ПЭТ отходов в гранулят
- Рисунок 14. Динамика производства вторичного ПЭТ в РФ в 2005-2014 гг., тыс. т
- Рисунок 15. Доли крупнейших производителей вторичного ПЭТ в суммарном объеме его выпуска в РФ в 2014 г., %
- Рисунок 16. Региональная структура переработки ПЭТ отходов в РФ в 2014 г., %
- Рисунок 17. Переработка ПЭТ отходов по федеральным округам РФ в 2013-2014 гг., %
- Рисунок 18. Схема производства ПЭТ гранулята пищевого назначения заводом «Пларус»
- Рисунок 19. Динамика импорта и экспорта вторичного ПЭТ в РФ в 2006-2014 гг., т
- Рисунок 20. Доли крупнейших импортеров ПЭТ отходов в РФ в 2010 г., 2012 г. и 2014 г., %
- Рисунок 21. Динамика среднемесячных цен на вторичный ПЭТ (с НДС) в РФ в 2012-2014 гг., руб./кг (с доставкой до потребителя)
- Рисунок 22. Динамика цен на вторичное ПЭФ волокно и ПЭТ флексы в РФ в 2012-2014 гг., руб./кг (с доставкой до потребителя)
- Рисунок 23. Динамика среднегодовых цен импорта первичного ПЭФ волокна в РФ в 2010-2014 гг., руб./кг
- Рисунок 24. Прогноз среднемесячных цен на вторичный ПЭТ в РФ на период 2015-2016 гг., руб./кг (с доставкой до потребителя)
- Рисунок 25. Общая схема переработки б/у ПЭТ бутылок
- Рисунок 26. Отраслевая структура потребления вторичного ПЭТ в РФ в 2014 г., %

Рисунок 27. Структура потребления вторичного ПЭТ в РФ по федеральным округам в 2014 г., %

Рисунок 28. Прогноз развития производства вторичного ПЭТ до 2015 г., тыс. т

Рисунок 29. Динамика производства полиэфирного волокна в РФ в 2010-2014 гг., тыс. т

Рисунок 30. Динамика импорта ПЭТ отходов ОАО «Комитекс» в 2010-2014 гг., т

Аннотация

Настоящий отчет посвящен исследованию вторичного рынка полиэтилентерефталата (ПЭТ) в России, выявлению основных его участников, определению перспектив спроса на данную продукцию.

Цель исследования – анализ российского рынка вторичного ПЭТ.

Объект исследования – вторичный ПЭТ.

Представленная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались базы данных ООН (UNdata), Статистических Комитетов стран СНГ (в том числе Росстата, ГКС Белоруссии, Агентства по статистике Республики Казахстан), таможенной статистики РФ; материалы отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, интернет-сайтов предприятий-производителей и потребителей вторичного ПЭТ, а также база данных «Инфолайн».

Хронологические рамки исследования: 2003-2014 гг.; прогноз – 2015-2019 гг.

География исследования: Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка.

Отчет состоит из 8 частей, содержит 143 страницы, в том числе 37 таблиц, 30 рисунков и приложение.

В **главе 1** приводится краткая характеристика российских рынков первичного полиэтилентерефталата и ПЭТ преформ (заготовок для выдува пластиковой упаковки) в 2003-2014 гг.

Глава 2 содержит информацию о видах вторичного ПЭТ, его характеристиках и свойствах.

Глава 3 знакомит со структурой образования в России ПЭТ отходов, а именно с накоплением производственных и бытовых отходов. Ввиду того, что в себестоимости вторичного ПЭТ заметную роль играет логистика, эксперты ООО «Инфолайн» постарались дать развернутую географическую картину образования отходов. Возможно это поможет минимизировать затраты при выборе места размещения очередного перерабатывающего или сортировочного предприятия. Кроме того, в этой главе приведен прогноз образования отходов ПЭТ в РФ на период до 2019 г.

В **главе 4** проведен анализ организации сбора и подготовки ПЭТ отходов к переработке. Рассмотрены способы сбора, основные стадии обработки собранных ПЭТ отходов.

Описание и характеристика существующих способов переработки ПЭТ отходов представлены в **главе 5**.

Глава 6 посвящена анализу рынка вторичного ПЭТ в РФ в 2005-2014 гг. В частности здесь дана технологическая схема получения ПЭТ флексов и ПЭТ гранулятов, характеристика и объемы переработки пластиковых отходов основными игроками рынка вторичного ПЭТ, рассмотрен накопленный опыт

внешнеторговых операций с ПЭТ отходами, приведены цены на различные виды вторичного ПЭТ и прогноз цен, а также проанализирована степень востребованности вторичного ПЭТ на российском рынке, представлен баланс производства-потребления данного продукта. Кроме того в главе приведен прогноз развития рынка на период до 2019 г.

В 7 главе подробно рассмотрены основные области потребления вторичного ПЭТ. Представлено описание крупнейших предприятий-потребителей данного сырья.

В 8 главе представлены базовые законодательные акты, регламентирующие обращение с отходами в России.

Целевая аудитория исследования:

- участники рынка вторичного ПЭТ – сборщики ПЭТ отходов, производители и потребители вторичного ПЭТ, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль **справочного пособия** для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке вторичного ПЭТ.

Введение

Полиэтилентерефталат (ПЭТ) – синтетический линейный термопластичный полимер, принадлежащий к классу полиэфиров, продукт поликонденсации терефталевой кислоты (или ее диметилового эфира) и этиленгликоля.

ПЭТ имеет высокую химическую стойкость к бензину, маслам, жирам, спиртам, эфиру, разбавленным кислотам и щелочам. Полиэтилентерефталат не растворим в воде и многих органических растворителях, растворим лишь при 40-150°C в фенолах и их алкил- и хлорзамещенных, анилине бензиловом спирте, хлороформе, пиридине, дихлоруксусной и хлорсульфоновой кислотах и др. Неустойчив к кетонам, сильным кислотам и щелочам. Имеет повышенную устойчивость к действию водяного пара.

Аморфный полиэтилентерефталат – твердый, прозрачный с серовато-желтоватым оттенком; кристаллический – твердый, непрозрачный, бесцветный. Отличается низким коэффициентом трения (в том числе и для марок, содержащих стекловолокно).

Таблица 1. Физико-химические характеристики полиэтилентерефталата

Показатель	Значение
Коэффициент теплового расширения (расплав)	$6,55 \cdot 10^{-4}$
Сжимаемость (расплав), МПа	$6,99 \cdot 10^6$
Плотность, г/см ³ : аморфный кристаллический	1,335, 1,420
Диэлектрическая постоянная (23°C, 1 кГц)	3,25
Относительное удлинение при разрыве, %	12-55
Температура стеклования, аморфный/кристаллический	67/81
Температура плавления, °C	250-265
Температура разложения, °C	350
Показатель преломления (линия Na): аморфный/кристаллический	1,576/1,640
Предел прочности при растяжении, МПа	172
Модуль упругости при растяжении, МПа	$1,41 \cdot 10^4$
Влагопоглощение ПЭТ	0,3%
Допустимая остаточная влага ПЭТ	0,02%
Морозостойкость, до °C	-50

Источник: данные научно-технической литературы

Термодеструкция ПЭТ имеет место в температурном диапазоне 290-310°C. Деструкция происходит статистически вдоль полимерной цепи; основными летучими продуктами являются терефталевая кислота, уксусный альдегид и монооксид углерода. При 900°C выделяется большое число разнообразных углеводородов; в основном летучие продукты состоят из диоксида углерода, монооксида углерода и метана. Для предотвращения

окисления ПЭТ во время переработки можно использовать широкий ряд антиоксидантов.

Товарный полиэтилентерефталат выпускается обычно в виде гранулята с размером гранул 2-4 мм. Обычное обозначение полиэтилентерефталата на российском рынке – ПЭТ или ПЭТФ.

В промышленном масштабе ПЭТ начал выпускаться как волокнообразующий полимер, но вскоре занял одно из ведущих мест в индустрии полимерной упаковки. Технические требования, предъявляемые к отечественному ПЭТ, определяются «ГОСТ 51695-2000. Полиэтилентерефталат. Общие технические условия».

Основные сферы применения ПЭТ в России – производство заготовок (преформ) различного вида, из которых затем изготавливаются (выдуваются) пластиковые контейнеры различного вида и назначения (в основном, пластиковые бутылки). В меньшей степени в России ПЭТ применяется для производства плёнок и волокон. В мире ситуация противоположная.

Основная техническая характеристика ПЭТ – вязкость, благодаря этому свойству он и нашёл широкое применение – в первую очередь в качестве универсальной тары под напитки.

Таким образом, ПЭТ (ПЭТФ) обладает достаточно стабильными механическими свойствами, поэтому вторичный материал на его основе достаточно легко поддается переработке. К тому же вторичный ПЭТ гомогенизируется легче, чем другие вторичные пластмассы. Переработка ПЭТ не требует пластификации, достаточно очистить его от других видов полимеров.

Следствием этого стало достаточно быстрое развитие рынка вторичного ПЭТ в мире.

При этом основным сырьем для переработки служат столь распространенные пластиковые бутылки из-под напитков. В развитых странах сбор ПЭТ отходов в достаточной степени налажен, как и технология их переработки. Общемировой объем переработки вторичного ПЭТ достигает 1 млн т ежегодно.

Российский рынок вторичного ПЭТ достаточно «молод». Актуальность настоящей работы заключается в проведении анализа оборота ПЭТ, в выявлении главных игроков рынка, и в количественной оценке емкости рынка, а также перспектив отрасли вторичного ПЭТ.

В связи с тем, что производство вторичного ПЭТ в нашей стране еще не нашло точного отражения в формах государственной статистической отчетности, многие выводы об объемах образования отходов, производства преформ и самого вторичного ПЭТ приходилось делать на основе косвенных показателей. Неоценимую помощь в этом оказали специалисты отрасли, которые предоставили важную информацию в очных и телефонных интервью.

2. Виды вторичного ПЭТ (флексы, гранулы): характеристики и свойства

Процесс переработки ПЭТ отходов не требует их пластификации. Они отсортировываются (вручную или автоматически) от других видов полимерной тары (на основе ПВХ или ПЭ) и по цвету, затем измельчаются, проходят мойку и очистку от этикеток, крышек, клеев, остатков пакуемых составов и прочих загрязнителей, а после этого агломерируются или гранулируются.

Дробленый пластик (дробленка) в виде крошки или хлопьев (флексов или флейков) можно перерабатывать в негранулированном виде либо гранулировать.

ПЭТ флексы представляют собой частицы разной формы и цвета. При этом цветовая гамма может варьироваться от голубой к зеленой и коричневой или же их смеси. Важно, чтобы флексы были свободны от ПВХ, бумаги, клея и металла. Характеристики ПЭТ флексов представлены в таблице 5.

**Таблица 5. Технические требования к ПЭТ флексам,
применяемых для дальнейшей переработки**

Показатель	Для невымытых флексов	Для мытых флексов
Внешний вид	Частицы неправильной формы	
Сортировка	100% сортировка по группам: 1. Прозрачные 2. Голубые 3. Коричневые 4. Зеленые 5. Смеси	
Включение флейков ПЭТ другого цвета	не более 0,5% от массы	
Размеры флейков ПЭТ в т.ч. фракция - от 0 до 3 мм - от 3 до 20 мм	не более 5% не менее 95%	
Температура плавления, °С	248 ± 2	
Характеристическая вязкость, не менее, мг/л	70	
Содержание прочих пластиков	не допускается	
Содержание металла, в том числе цветного	не допускается	
Содержание бумаги и др. неполимерных примесей	не регламентир.	0,15%
Содержание полимерной этикетки	не регламентир.	0,05%
Насыпная плотность, г/л	260-280	
Качество промывки	-	отсутствие серо-коричневого налета после термообработки при t=180°C в течение 60 мин
Влажность (при взвешивании), % масс.	не регламентир.	до 1

Не допускаются цветные матовые пластиковые бутылки ПЭТ из под растительного масла, кетчупов, шампуней и др. и из под химических моющих средств.

Источник: данные предприятий-производителей

ПЭТ флексы упаковываются в «Биг-Бэги» (мягкие полипропиленовые контейнеры) объемом 1-2 м³, вес нетто – 500-1000 кг. Готовая упакованная продукция хранится в крытом отапливаемом и вентилируемом помещении.

Применение: изготовление ПЭТ крепежной ленты, гранулята, волокна, пленки, литья и др.

Переработка ПЭТ отходов во флексы – наиболее распространенный способ утилизации ПЭТ бутылок, собираемых в качестве твердых бытовых отходов. Вместе с тем, при установке линий переработки средней и высокой производительности, а также при переработке промышленных отходов ПЭТ целесообразно в качестве конечного продукта получать гранулят, который является более технологичным и качественным видом сырья.

ПЭТ гранулят имеет характеристики, представленные в таблице 6.

Таблица 6. Технические характеристики ПЭТ гранулята

Показатель	Значение
Размер одной гранулы, не более, мм	12
Предельное число вязкости, мл/г	75
Вязкость расплава при 270°C, Па·с	100-190
Плотность, г/см ³	1,38-1,42
Влажность, %	0,32-0,36
Массовая доля золы, %	0,06-0,07
Температура плавления, °C	248-250
Температура начала кристаллизации, °C	115-126
Температура максимума кристаллизации, °C	130-148
Удельная энергия кристаллизации, Дж/г	35-36
Относительная остаточная кристалличность, %	20-25
Массовая доля ацетальдегида, млн ⁻¹	2,6-6,2

Источник: данные предприятий-производителей

Вторичный ПЭТ гранулят выпускается как уже окрашенный (голубой, зеленый, коричневый) так и бесцветный (неокрашенный). Он сохраняет основные свойства первичного сырья и может быть использован для изготовления литевых и экструзионных изделий: преформ, технической упаковки, ПЭТ пленки, упаковочной ленты, полиэфирного волокна.

Данный вид сырья примерно в 1,5 раза дешевле, чем первичный гранулят, может перерабатываться в смеси с ним или самостоятельно, в ряде случаев не нуждается в окрашивании.

Следует отметить, что флексы в сравнении с гранулятом имеют ряд существенных недостатков:

1. Флексы – менее очищенный материал, вследствие чего, при работе с ними требуется чаще менять фильтры.

Однородный на вид материал флексов имеет по краям слоистую структуру, поэтому в их торцы набиваются частицы инородных тел (остатки полипропилена, бумаги). Эти частицы полностью не очищаются во время

мойки и попадают в готовые изделия, что существенно ухудшает их качество.

2. Флексы влажные и слипаются в комки.

При переработке ПЭТ материала, технология требует специальным образом их досушивать с соблюдением жесткого температурного режима. Температура сушки хлопьев – 110-120°C. При такой температуре в них остается большой процент остаточной влажности, что снижает механические свойства материала. Также в процессе досушивания хлопья могут спекаться, поэтому бункер сушилки в любом случае необходимо дополнительно оборудовать ворошителями.

Кристаллизованный гранулят можно досушивать при 170-180°C, что значительно снижает процент остаточной влажности. Гранулят менее гигроскопичен и не подвержен слипанию даже при более высоких температурах.

3. Флексы примерно в 3 раза легче гранул, что делает их перевозку на дальнее расстояние нерентабельной, т.к. при меньшей плотности они занимают гораздо больший объем.

4. Низкая производительность оборудования. Загрузочная масса хлопьев в подающий шнек в 2-3 раза меньше, чем гранулята. Производительность оборудования на флексах ниже как минимум на 40-60%, чем на гранулах. К тому же, при засыпке их в бункер, существует опасность образования «пробки» и зависания смеси в бункере (образование свода). Для решения этих явлений необходимо на бункер устанавливать вспомогательное оборудование (шнек, рифленая втулка).

Все вышеперечисленное ведет к удорожанию накладных расходов (аренда, коммунальные платежи и электроэнергия, заработная плата и т.д.) в себестоимости готового изделия, и в некоторых случаях работа на грануляте становится более рентабельной, гарантирует высокую производительность оборудования, стабильное качество готовых изделий.

Экономический эффект от перехода с флексов на гранулы можно рассчитать по следующей формуле:

$$\Delta = \left(C_{\text{б}} \times \frac{Y_{\text{б}}}{Y_{\text{н}}} + \frac{(I_{\text{б}}^1 - I_{\text{н}}^1) - (K_{\text{н}}^1 - K_{\text{б}}^1)}{Y_{\text{н}}} - C_{\text{н}} \right) \times A_{\text{н}}$$

, где

$C_{\text{б}}$ и $C_{\text{н}}$ – себестоимость единицы базового (хлопья) и нового (гранулят) сырья, руб.;

$I_{\text{б}}^1$ и $I_{\text{н}}^1$ – затраты на единицу продукции, выпускаемой потребителем при использовании базового и нового сырья без учета их стоимости, руб.;

$I_{\text{б}}^1 > I_{\text{н}}^1$, т. к. увеличиваются расходы на электроэнергию; коммунальные платежи; аренду; повременную заработную плату; дополнительные складские площади, расходные материалы (фильтры).

$Y_{\text{б}}$ и $Y_{\text{н}}$ – удельные расходы базового и нового сырья в расчете на единицу продукции (работы), выпускаемой потребителем, в натуральных единицах;

$Y_{\text{б}} > Y_{\text{н}}$ – в некоторых случаях может достигать 10%. Например: остановка для смены фильтров, вследствие чего образуются отходы сырья при запуске и настройке оборудования.

$K_{\text{б}}^1$ и $K_{\text{н}}^1$ – сопутствующие капитальные вложения потребителя при использовании базового и нового сырья без учета их стоимости, руб.;

$K_{\text{б}}^1 > K_{\text{н}}^1$ – как минимум на стоимость ворошителя.

$A_{\text{н}}$ – годовой объем производства нового сырья в расчетном году, в натуральных единицах.

3. Образование отходов ПЭТ в РФ

3.1. Классификация ПЭТ отходов по источникам образования

По источникам образования все полимерные отходы (в т.ч, ПЭТ) делят на три основные группы:

- технологические отходы производства;
- отходы производственного потребления;
- отходы общественно-бытового потребления.

Технологические отходы полимерных материалов возникают при их синтезе и переработке. Они делятся на неустраняемые и устранимые технологические отходы.

К *неустраняемым* относят кромки, обрезки, литники, обломки, грат и т.д. Таких отходов образуется от 5 до 35%. Неустраняемые отходы представляют собой высококачественное сырье, по свойствам не отличающееся от исходного первичного полимера. Переработка его в изделия не требует специального оборудования и может производиться на том же предприятии.

Устранимые технологические отходы производства образуются при несоблюдении технологических режимов в процессах синтеза и переработки, т.е. это – технологический брак, который может быть сведен к минимуму или совсем устранен. Технологические отходы производства могут перерабатываться в различные изделия, использоваться в качестве добавки к исходному сырью и т.д.

Отходы производственного потребления накапливаются в результате выхода из строя изделий из полимерных материалов, не используемых в различных отраслях промышленности (шины, тара и упаковка, отходы сельскохозяйственных пленок, мешки из-под удобрений и т. д.), а также неизрасходованного или некачественного сырья.

Отходы производства требуют для складирования не только значительных площадей, но и загрязняют (пылью, газообразными выделениями и т.д.) территорию, атмосферу, поверхностные и подземные воды.

Тем не менее эти отходы являются наиболее однородными, малозагрязненными и поэтому представляют наибольший интерес с точки зрения их повторной переработки.

В общем случае отходы первой и второй групп можно отнести к промышленным отходам.

Отходы общественно-бытового потребления накапливаются у нас дома, на предприятиях питания и т. д., а затем попадают на городские свалки. В конечном итоге они переходят в новую категорию отходов – смешанные отходы. Отходы эти составляют более 50% от отходов общественного потребления.

Количество таких отходов непрерывно растет и составляет в России около 80 кг на душу населения. Наибольшие трудности связаны с

переработкой и использованием смешанных отходов. Причина этого заключается в несовместимости термопластов, входящих в состав бытового мусора, что требует постадийного выделения материалов.

Объемы промышленных и бытовых отходов в виде вышедших из употребления изделий из полимеров значительны и постепенно увеличиваются, с учетом роста производства и потребления различных пластмасс.

Кроме того, массовый импорт промышленных, продовольственных товаров, медицинских средств, косметики и др. в полимерной упаковке увеличивают объемы образования этих отходов.

Указанные отходы специфичны, так как не поддаются гниению, саморазрушению, аккумулируются, занимая земельные площади, загрязняя населенные пункты, водоемы, лесонасаждения. При сжигании выделяют ядовитые газы, на свалках являются благоприятной средой для жизнедеятельности грызунов, насекомых.

Таким образом, промышленные и бытовые отходы полимерных изделий представляют экологическую опасность.