

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки, специальности)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: «Использование ресурсосберегающих процессов при переработке
полиэтилена на примере мусороперерабатывающего предприятия ООО
«ПОВТОР» г.о. Тольятти»

Студент(ка)

А.В. Федорова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.А.Волков

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

Зав. кафедрой

«Рациональное

природопользование

и ресурсосбережение» к.п.н., М.В.Кравцова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) (личная подпись)

«_____» _____ 20____ г.

Тольятти 2016г.

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

_____ М.В.Кравцова
(подпись) (И.О.Фамилия)

« _____ » _____ 20 ____ г.

**ЗАДАНИЕ
на бакалаврскую работу**

Студент: Федорова Алина Витальевна

Тема: «Использование ресурсосберегающих процессов при переработке
полиэтилена на примере мусороперерабатывающего предприятия ООО
«ПОВТОР» г.о. Тольятти»

1. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
2. Исходные данные к выпускной квалификационной работе: действующая система переработки полиэтиленовых пакетов в _____ на территории г. о. Тольятти
3. Содержание выпускной квалификационной работы:
 1. Анализ проблем обращения с полиэтиленовыми отходами
 2. Модернизация технологии переработки полиэтиленовых пакетов на примере ООО «ПОВТОР»

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Д.А. Волков

_____ (подпись)

_____ (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

_____ (подпись)

А.В. Федорова

_____ (И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой «РПиР»

(подпись) М.В.Кравцова
(И.О. Фамилия)

« ____ » _____ 20 ____ г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
бакалаврской работы**

Студента: Федоровой Алины Витальевны

по теме: «Использование ресурсосберегающих процессов при переработке
полиэтилена на примере мусороперерабатывающего предприятия ООО
«ПОВТОР» г.о. Тольятти»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении и	Подпись руководителя
Введение				
Анализ проблемы обращения с полиэтиленовыми пакетами				
Исследование технологий переработки полиэтиленовых пакетов				
Разработка				

модернизации технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР»				
Заключение	02.06.2016	03.06.2016		

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Д.А. Волков

(подпись) (И.О. Фамилия)

Задание принял к исполнению

А.В. Федорова

(подпись) (И.О. Фамилия)

АННОТАЦИЯ

Бакалаврскую работу выполнил(а): Федорова А.В.

Тема работы: «Использование ресурсосберегающих процессов при переработке полиэтилена на примере мусороперерабатывающего предприятия ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти»

Научный руководитель: Волков Д.А.

Цель бакалаврской работы - снижение поступления полиэтиленовых отходов на полигон, методом модернизации технологического процесса переработки полимеров на ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Провести качественную и количественную оценку полимерных отходов;
2. Проанализировать современные методы утилизации полимеров;
3. Модернизировать технологический процесс переработки полиэтиленовых пакетов на примере ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти;
4. Провести эколого-экономическую оценку предлагаемой модернизации.

Краткие выводы по бакалаврской работе: В работе были проанализированы методы утилизации полимеров и разработано технологическое решение по совершенствованию процесса переработки полиэтиленовых пакетов на мусоросортировочном комплексе ООО «ПОВТОР».

Бакалаврская работа состоит из введения, двух глав, заключения, списка используемой литературы.

Во введении обозначается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи, объект и предмет исследования.

В первой главе описаны существующие методы переработке полимерных

отходов на ООО «ПОВТОР».

Во второй главе разработано технологическое решение по совершенствованию процесса переработки полиэтиленовых пакетов на муоросортировочном комплексе ООО «ПОВТОР».

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 2-х разделов, заключения, списка литературы из 80 источников. Общий объем работы, без приложений 56 страниц машинописного текста, в том числе таблиц -13, рисунков – 8.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМИ ОТХОДАМИ

1.1 Проблема образования полиэтиленовых отходов

1.2 Характеристика полиэтиленовых отходов

1.3 Методы регулирования систем обращения с полимерными отходами

1.3.1 Распространенные методы сбора полимерных отходов

1.3.2 Анализ методов переработки полимерных отходов

1.4 Технологический процесс переработки полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР»

1.5 Экологичность объекта

ГЛАВА 2 МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПАКЕТОВ НА ПРИМЕРЕ ООО «ПОВТОР»

2.1 Разработка технологического процесса переработки отходов участка гранулирования полиэтиленов

2.2 Оптимизация технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов

2.3 Экспериментальный подбор фильтр сетки в гранулятор

2.4 Экономическое обоснование проводимых мероприятий

2.4.1 Расход электроэнергии в процессе переработки полиэтиленов

2.4.2 Расчет оплаты труда при переработке полиэтиленов

2.4.3 Расчёт себестоимости гранулы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ПРИЛОЖЕНИЯ

ВВЕДЕНИЕ

Мировые объемы ежегодного производства изделий из полиэтилена составляют миллиарды тонн. Несмотря на очевидные преимущества использования полиэтиленовой упаковки, к примеру, гигиеничность, универсальность и практичность, организации по защите окружающей среды всерьез обеспокоены вопросом утилизации этого материала. Дело в том, что полиэтилен устойчив к естественным перепадам температуры и влажности, способен переносить длительный контакт с микроорганизмами, вследствие чего срок распада этого материала превышает 500 лет. Утилизация полиэтиленовых изделий, а также вторичная переработка пакетов, пленки и т.д. - является приоритетной задачей по всему миру еще и потому, что при случайном воспламенении или умышленном сжигании материала, в атмосферу попадают ядовитые вещества, угрожающие жизни человека.

К отходам люди продолжают относиться как к нежелательным материалам, и главное, что заботит многих людей, — как "спрятать" отходы с глаз долой. Между тем, отходы еще вчера были элементами природы и первой целью в обращении с ними должно быть восстановление ресурсов и вовлечение их в хозяйственный оборот с целью получения необходимых нам материалов с одновременной минимизацией обращения за ними к природе.

Вопрос необходимости переработки использованных пластмассовых изделий (полимеров) на сегодняшний день во всех странах мира стоит особенно остро. Связано это в первую очередь с тем, что пластмасс стали производить достаточно много и постепенно этими отходами начали наполняться полигоны. Попробуйте только мысленно прикинуть то количество отходов, которых мы ежедневно отправляем на полигоны. Ежегодно это несколько десятков килограмм в масштабе каждой семьи, а в масштабах всего мира это и вовсе немыслимые мегатонны. Исходя из данных общего объема ТБО (~53 млн. тонн -2012г.), образующихся в России, всё же можно выделить около 20 млн. тонн полезных фракций, содержащихся в них. Из них 4 млн. тонн пластмассы, в том числе 600 000 тонн полиэтилена. По примерным подсчетам, собирается и

перерабатывается 200 000 -250 000 тонн полимеров в год (то есть 5-7% от всего объема отходов). И вполне логично, что необходимо искать новые технологии переработки мусора, иначе наша планета рискует превратиться в одну огромную свалку. Причем, хотелось бы не просто перерабатывать отходы во что-то более компактное, а делать это так, чтобы данное занятие было рентабельным- с экономической точки зрения и безопасным - с экологической.

Актуальность темы исследования. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в настоящее время – одна из самых обсуждаемых проблем в мире.

Промышленность пластмасс развивается сегодня исключительно высокими темпами. Начиная с 60-х годов, производство полимеров, основную долю которых составляют пластмассы, удваивается через каждые 5 лет, и эти темпы роста, в соответствии с прогнозом на период до 2000 г., сохраняются.

В связи с этим, отходы пластмасс ежегодно лишь растут, превращаясь в серьезный источник загрязнения окружающей среды и большинство стран резко интенсифицировали работы по созданию эффективных процессов утилизации или обезвреживания этих отходов.

Целесообразным будет модернизировать процессы переработки полиэтиленовых отходов по ряду причин:

- . В России ежегодно образуется более 4 млн. тонн полимерных отходов, при этом переработке подвергается не более 200 тыс. тонн/год.
- На полигоны ежегодно отправляется более 3 млн 800 тыс. тонн полимерных отходов.
- Из 4 млн. тонн полимерных отходов, 600 тыс. тонн полиэтиленовые пленки, из которых перерабатываются 1%.
- При возгорании полимеров, образуются газы, вызывающие опасные заболевания.

Целью работы является снижение поступления полиэтиленовых отходов на полигон, методом модернизации технологического процесса переработки полимеров на ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи:**

1. Провести качественную и количественную оценку полимерных отходов;
2. Проанализировать современные методы утилизации полимеров;
3. Модернизировать технологический процесс переработки полиэтиленовых пакетов на примере ООО «ПОВТОР» г.о. Тольятти;
4. Провести эколого-экономическую оценку предлагаемой модернизации.

Апробация работы.

Основные положения работы опубликованы в сборнике докладов конференции с участием предприятий, учреждений, организаций городского округа Тольятти «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения» в статье: Проблемы и перспективы переработки полимеров в г.о. Тольятти г., (Касандра, 2015.- С.253-255.).

ГЛАВА 1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ОБРАЩЕНИЯ С ПОЛИЭТИЛЕНОВЫМИ ОТХОДАМИ

1.1 Проблема образования полиэтиленовых отходов

В конце двадцатого столетия производство синтетических пластмасс в мире достигло 130 млн. т./год. Одним из быстроразвивающихся направлений использования пластмасс является производство упаковки. Уже с 1975 г. полимеры вышли на третье место после стекла, бумаги и картона по применению в изготовлении упаковки.

В производстве упаковки используется 41 % выпускаемого пластика, из которого 47 % расходуется на упаковку пищевых продуктов. Удобство и безопасность, низкая цена и высокая эстетичность – определяющие условия ускоренного роста применения пластических масс при изготовлении упаковки.

Такая высокая популярность пластмасс объясняется их легкостью, экономичностью и набором ценнейших служебных свойств. Пластики являются серьезными конкурентами металлу, стеклу, керамике.

Однако, большинство пластмассовой упаковки, используется однократно, после чего выбрасывается.

При изготовлении стеклянных бутылей требуется на 21 % энергии, чем на пластмассовые[3].

Если стеклянная тара, как правило, находится в потребительском цикле, а бумажная подвергается разложению в естественных условиях, то упаковка из синтетических полимеров, составляющая 40 % бытового мусора, практически «вечна» - она не разлагается и вопрос, как быть и что делать с пластмассовым отходом, становится глобальной экологической проблемой. От его решения в значительной степени зависит экологическая обстановка в мире и, по всей видимости, темпы и направления развития производства синтетических пластмасс в двадцать первом столетии. В противном случае мы сами себя зароем пластмассовым мусором. [11]

1.2 Характеристика полиэтиленовых отходов

Впервые полученный в 1930-х гг., полиэтилен, первоначально предназначался для изготовления волокон, но уже в 1960-х гг. начал использоваться для производства пленки.

Полиэтилен представляет собой сложный термопластичный полиэфир. Это прочный и легкий материал. Его плотность составляет 0,94 г/см³. Различные виды полиэтилена обладают хорошей термостойкостью в диапазоне температур то -40 до + 200⁰С. Полиэтилен устойчив к удару и растеканию, могут работать при температуре до 70⁰С, он так же устойчив к действию разбавленных кислот, масел, спиртов, минеральных солей и большинству органических соединений, за исключением сильных щелочей и некоторых растворителей. Пластик не ядовит, без вкуса и запаха. Он минимально адсорбирует запахи и проявляет свойства хорошего газового барьера[10].

Полиэтилен существует в виде кристаллической и аморфной фаз. При изготовлении изделий пластик аморфизируется резким охлаждением расплава от температуры плавления (+260⁰С) до температуры, ниже температуры стеклования (+73⁰С), получаясь абсолютно прозрачным и блестящим.[17]

В процессе переработки полиэтилен обладает низкой вязкостью расплава (средний показатель текучести расплава при +280⁰С -7,5 г/10 мин). Перерабатывается экструзией, вакуум - пневмоформованием, литьем под давлением, вытяжкой из расплава и т.д. для защиты от деструкции (окисления) Полиэтилен перерабатывается в композиции с термостабилизаторами и другими компонентами для защиты от деструкции. Материал подвержен гидролизу даже при наличии в воздухе влажности при температуре выше точки плавления, поэтому перед пластификацией полиэтилен необходимо сушить до уменьшения содержания в нем влаги по крайней мере до 0,01%.[6]

Физические свойства полиэтилена делают его идеальным материалом для использования при изготовлении упаковки (бутылок), пленок, волокон конструкционных элементов.

Свобода в выборе дизайна и относительно низкая стоимость полиэтиленов привели к тому, что одним из самых значительных направлений их использования стало изготовление бутылок (для газированных напитков, минеральной воды, соков, пива, растительных масел, майонеза, косметики, бытовых очистителей и других пищевых и непищевых емкостей). В последнее время, полимеры стали использовать не только для напитков, но и для продуктов быстрого питания. Начали изготавливать тарелки, стаканы, рюмки, вилки, ложки, и еще много разновидностей посуды одноразового использования.

Использование полиэтилена высокого давления по - прежнему развивается в различных отраслях.

1.3 Методы регулирования систем обращения с полимерными отходами

Действующая нормативная база в области обращения с отходами представлена рядом федеральных законодательных и подзаконных актов.

Основополагающим нормативным актом, регулирующим обращение с отходами, с 1998 года на территории всей Российской Федерации является Федеральный Закон от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» (далее – ФЗ «Об отходах производства и потребления»). [25]

Действующим российским законодательством (гл.2 ФЗ «Об отходах производства и потребления») полномочия в области обращения с отходами разграничены между 3 уровнями власти:

- органами власти Российской Федерации;
- органами власти субъектов Российской Федерации;
- органами местного самоуправления.

К полномочиям органов местного самоуправления поселений в области обращения с отходами согласно статье 8 ФЗ «Об отходах производства и потребления» отнесены организация сбора и вывоза бытовых отходов и мусора.

В настоящее время существуют два основных способа очистки окружающей среды от пластмассовых отходов: захоронение и утилизация.

Захоронение пластмассовых отходов – это бомба замедленного действия. При применении этого способа сегодняшние проблемы избавления от отходов лягут на плечи будущих поколений.[14] К тому же при захоронении полимеров на полигонах вторичные материальные ресурсы безвозвратно теряются [19]. В частности, теряется 2 млн. т полимерных материалов.

Утилизация – относительно более щадящий способ. Можно рассматривать 3 основных направления:

- сжигание;
- пиролиз;
- рециклинг (переработку).

Содержание энергетических фракций (картон, бумага, дерево, текстиль, полимерные отходы) составляют более 60% от общей массы ТКО [44].

Основные физико-химические характеристики энергетической фракции ТКО: влажность, зольность и теплотворная способность, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-химические характеристики полиэтиленов в сравнении с другими компонентами ТКО

Компоненты	Влажность, %	Зольность, %	Теплотворная способность, МДж/кг
Полимеры	2	2,64	44,6
Картон	5,83	1,01	16,9
Текстиль	10	21,16	16,9
Бумага и газеты	4,56	13,09	14,2
Дерево, листья	69	0,81	6,3
Органика	78,29	1,06	4,2

На основании данных, приведенных в таблице 1, следует, что полимеры имеют самую высокую теплотворную способность по сравнению с другими видами коммунальных отходов. Что указывает на возможность использования

полимерных отходов в качестве топлива для отопления котельных или подогрева воды, заменяя при этом не возобновляемое топливо[22].

Для оценки применяемости полимерных отходов в качестве альтернативного топлива, необходимо провести сравнение энергетической способности полимеров с характеристиками традиционного вида топлива, например угля (таблица2) [20].

Таблица 2-Сравнение свойств полимерных отходов и бурого угля

Тип топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Влажность, %	Зольность, %
Энергетическая фракция ТКО	12-16	15-25	10-22
Бурый уголь	21-32	3-10	5-10
Полимерные отходы	42-44,6	1-5	2,6-3,5

Данные, приведенные в таблице 2, доказывают, что полимерные отходы целесообразно рассматривать в качестве альтернативного источника энергии, т.к. они превосходят традиционное топливо по теплоте сгорания.

Однако сжигание, так же как и пиролиз полиэтиленовых отходов, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. При сгорании полимеров в атмосферу выделяются опасные компоненты, такие как диоксины, фураны, оксиды серы, хлористый водород и т.д. Также продуктом сжигания полиэтилена является зола, содержащая тяжелые металлы, для захоронения которой необходимы специализированные полигоны[6]. Таким образом, альтернативы рециклингу полиэтилена практически нет. [13]

В период перехода России к рыночным отношениям важной проблемой является рациональное использование вторичного сырья, что способствует обеспечению безопасности и устойчивости объектов экономики и сельскохозяйственного производства в различных условиях [47].

Важной составляющей при выборе технологии переработки, является фракционный состав [23]. Данные фракционного состава необходимы в том

случае, если существующая или предполагаемая переработка отходов включает механическое разделение отходов по крупности (сепарацию, грохочение и т.д.), а так же ручную сортировку [28].

Фракционный состав – содержание массы компонентов смеси, проходящих через сита с ячейками различного размера, относительно массы смеси. Данный показатель оказывает влияние не только на технологию и организацию сбора и транспорта, но и на параметры перерабатывающего оборудования [2].

Усредненный фракционный состав полимеров в ТКО, представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Ориентировочный фракционный состав полимеров в ТКО, % по массе [2]

Компонент	Размер фракций, мм				
	более 250	150...250	100...150	50...100	менее 50
Пищевые отходы	—	0...1	2...10	7...12,6	17...21
Картон, бумага	3...8	8...10	9...11	7...8	2...5
Металл	—	0...1	0,5...1	0,8...1,6	0,3...0,5
Текстиль	0,2...1,3	1...1,5	0,5...1	0,3...0,8	0...0,6
Стекло	—	0...0,3	0,3...1	1...2	1...1,6
Полимеры	0...0,3	0,5...1,2	1,4...2,2	1,8...2,9	0,2...0,5
Прочее	0...0,3	0,2...0,6	0...0,5	0...0,4	0...0,5
Отсев	—	—	—	—	4...9
Всего	7,0	13,3	22,1	25,3	32,3

В данную таблицу не вошли данные о крупногабаритных отходах, не вмещающихся в стандартные контейнеры и собираемые отдельно. По данным, указанным в таблице 2 видно, что полимерные отходы, преимущественно имеют размер от 50 до 250мм, что необходимо учитывать при выборе систем сбора, транспортировки и переработки данного вида вторсырья.

1.3.1 Распространенные методы сбора полимерных отходов

Для активизации направления по рециклингу пластмассовых отходов, в особенности из тары и упаковки, в ряде стран принимаются законодательные нормативы по обязательному сбору и переработке пластиковой тары и упаковки[2]. Наиболее распространены пять методов сбора бывшей в употреблении (б/у) пластиковой тары:

1) Сбор на дороге. Население должным образом подготавливает полиэтиленовые отходы (отчищает от посторонних включений), затем помещает их в мусорный бак, стоящий на обочине дороги, который своевременно опустошается. В мире, особенно в Бельгии, количество людей, использующий данный метод, заметно увеличилось. Обычно от 40% до 60% подлежащего переработке материала возвращается при использовании такого способа сбора, при этом степень загрязнения собираемого вторсырья значительно ниже, чем обычно.

2) Размещение мусорных контейнеров. Происходит публичный сброс полимеров в контейнеры сбора, расположенных в удобных местах. Приблизительно 10-15% продукта, подлежащего переработке, возвращается этим способом, но результат может быть выше, если проводить отдельные мероприятия для увеличения популярности участия. Однако уровень загрязнения вторсырья может быть значительно выше, чем при предыдущем способе. В Италии больше 40% населения участвуют в этом виде сбора и имеют доступ более чем к 24500 мусорным бакам. Баки для сбора полимеров б/у имеют распространение в Швейцарии (более 12000), Франции (более 5000), Великобритании (более 1500)[4].

3) Возвратная продажа. В автоматы, размещенные в доступных местах, потребители закладывают полимерные отходы и получают за них деньги, талоны или карточки. Талоны или карточки впоследствии можно использовать для получения скидки при покупке воды или сока в пластиковой посуде. Приблизительно 10-15% продукта для переработки возвращаются через

эту систему сбора. Уровень загрязнения вторсырья при этом остается на среднем уровне (5-10%).

4) Центры приема полимеров за деньги. Полимерные отходы покупают у потребителей. Этот метод стимулирует потребителей к возврату продукции для переработки, характеризуется очень низким уровнем загрязнения тары. Приблизительно 20-30% продукта для переработки возвращается через эту систему сбора (Есть возможность установки рядом с пунктами стекло - тары).

5) Задаток при продаже. Полимеры продаются с оплатой задатка, который возвращается при их возврате. Этот метод наиболее распространен в Скандинавских странах, Нидерландах, Германии, Швейцарии и Австрии. Программа задатка полимерных изделий достигает очень высокого уровня возврата (90%), характеризуется очень низким уровнем загрязнения, собираемого отхода.

Считается, что в России могут сработать с максимальной отдачей 3-й и 4-й методы приема с условием выкупа у населения и производственных предприятий б/у полимеров от населения. В дальнейшем при разработке программы по сбору могут быть применимы такие методы: прием за деньги, задаток при продаже и поощрительная материальная поддержка при дифференциальном сборе мусора. В настоящее время на мусороперегрузочных станциях существуют сортирующие линии для извлечения полимерных отходов из бытового мусора. Кроме того, большая часть полимерных отходов имеют специальную маркировку, что существенно облегчает их сортировку по видам.

Поступление полимеров на мусоросортировочную станцию зависит от многих факторов, таких как погодные условия, время года, благополучие населения[1].

Динамика поступления полимерных отходов за 2015г на МПЗ показана на рисунке 1.



Рисунок 1- Изменение количества полиэтиленов в бытовых отходах

Несмотря на то, что количество полимеров в начале года и к концу примерно одинаково, общее количество этого вида отхода с каждым годом растёт. Собственно как и количество всех ТКО в мире и в настоящий момент составляет на душу населения 200-800 кг/год. Проблема утилизации ТКО становится все более острой и для ее решения постоянно разрабатываются новые технологии. Однако, независимо от выбранной технологии, ТКО всегда требуют продуманной системы сбора и транспортировки, для чего необходим тщательный выбор оборудования и расчет экономической эффективности. [26]

1.3.2 Анализ методов переработки полимерных отходов

Наиболее распространенным методом сбора ТКО в России является валовой метод (смешанный), что указывает о необходимости отбора полимерных отходов из смешанных ТКО. Таким образом, процесс переработки полимерных отходов, начинается с сортировки ТКО. На мусоросортировочных предприятиях осуществляется отбор полимерного вторсырья и их сортировка по виду и цвету.[33]

В процессе сортировки полимеры разделяют по видам: ПЭТФ-бутылки, полиэтиленовые пакеты, ПНД-тюбики, ящики из-под фруктов и др.

Смешивание различных полимеров между собой не допускается, так как даже очень маленькие включения могут отрицательно сказаться на качестве полученного продукта и даже повредить оборудование во время переработки. Приемлемая норма посторонних включений в полимерном вторичном сырье – менее 0,25% от общей массы.

Сортировка по цвету осуществляется при необходимости. При сортировке ПЭТФ-бутылок необходимо их разделение как минимум на 2 цвета: прозрачно голубые и коричнево- зеленые[15]. Данные требования выставляют в основном потребители, т.к. температура плавления у данных материалов различается. Сортировка пленочных материалов так же может осуществляться по цвету и зависит от требований потребителя.

Сортировка бывает ручной и автоматической, с использованием рентгеновских и инфракрасных датчиков. Такие системы особенно распространены во Франции, Германии, Великобритании, Италии, и Швейцарии[12].

В России, применение таких технологий нецелесообразно из-за высокой степени загрязнения сырья пищевыми отходами. В результате чего оборудование не может распознать вид полимера и повышается процент засора продукта, что недопустимо для потребителя. Таким образом, в нашей стране, наиболее эффективным методом, признан ручной отбор[8].

Прессование чаще всего происходит на мусоросортировочных станциях, что обусловлено экономией на складских хозяйствах и снижении затрат на транспортировку до предприятий переработчиков.

Технологии, благодаря которой происходит переработка пакетов из полиэтилена, состоит из нескольких основных этапов, включающих многоступенчатую очистку сырья, которая происходит под воздействием высоких температур в специальных установках.

Первый цикл переработки полимерных отходов практически никак не влияет на снижение потребительских свойств новых изделий. Однако с каждым последующим циклом, качество полиэтиленов снижается, а сырье становится

пригодным лишь для производства материалов, механические свойства которых не критичны для эксплуатации[37].

В большинстве случаев, переработка полиэтиленовых отходов состоит из нескольких этапов:

- промывка;
- измельчение;
- отжим;
- сушка
- гранулирование.

После прохождения этих стадий вторсырье для дальнейшего использования готово и может отправляться на производство[38].

Конечно, процесс переработки полиэтиленовых пакетов предполагает использование специализированного оборудования, которое, не сильно отличается от оборудования, необходимого для переработки жестких пластмасс. Полностью оснащенная линия включает в себя: промывочную машину, дробилку, центрифугу, сушильную установку, агломератор, гранулятор и экструдер[5]. Кроме того, используют конвейера или пневмотранспорт, которые позволяют автоматизировать процесс подачи сырья.



Именно агломератор является тем устройством, в котором и происходит переработка полиэтилена. В результате температурного воздействия образуется вторичное сырье – агломерат, который на специальных станках превращается в

готовые изделия. Для производства промышленного полиэтилена рекомендуется применение высокопроизводительных агломераторов.

Процесс переработки полиэтилена в гранулы – следующий этап после предварительного измельчения или агломерирования отходов ПВД, ПНД, полистирола и пр. Грануляторы могут входить в линию переработки, однако не являются её обязательной составляющей. Хотя реализация вторичных гранул полиэтилена может существенно увеличить доходы предприятия и расширить рынок сбыта.

Так же известен способ переработки полимерных отходов, при котором производят сортировку отходов (вторичного) полиэтилена и полипропилена по видам изделия: пленочным и литьевым. К литьевым изделиям относится вышедшая из строя тара: ящики, бутылки, флаконы, канистры и т.д., полиэтиленовые игрушки, пробки, изделия ширпотреба. К пленочным изделиям, относятся: скатерти, мешки, кульки, пленки теплиц, пакеты. Рассортированные отходы подвергают измельчению на фрезерных дробильных установках, степень дробления литьевых изделий не должна превышать 10 мм по условному диаметру. Степень дробления пленок должна обеспечивать получение полос шириной не более 10-15 мм. Дробленые отходы подвергают отмывке от загрязнений с использованием стандартных моющих средств (жидкие мыла, порошок)[28]. Пример 1. 100 кг отмытых от загрязнений измельченных отходов помещают в бак и заливают 1000 л.

0,1%-ного, водного раствора ферроцена и активируют при постоянном перемешивании в течение 2 ч при 100 С. Затем активированные отходы помещают в ванны с полиэтилсилоксановой жидкостью ПЭС-5 или полиэтилгидросилоксановой жидкостью ГКЖ-94 в количестве 70 л.

Обработку ведут при 90 + 5 С в течение 6 ч. Далее регенерированные отходы сушат на центрифуге при температуре 60+5 С и перерабатывают в гранулы на шнековом грануляторе.

Технологии переработки полиэтиленовых отходов совершенствуются с каждым годом. В последнее время большим спросом пользуется сшитый полиэтилен – материал, который обладает улучшенными физическими

свойствами и обладает широкой сферой применения. Из него производят термоусаживаемые трубки, перчатки, пленки для упаковки пищевых продуктов, и т.д. Благодаря сшивке материал полиэтилен получается более жестким, а рабочая температура после переработки может достигать 100 – 120°C.[12]

Итоговый этап – это производство продукции. К примеру, из вторичного полиэтилена изготавливаются пакеты для утилизации отходов, различная пластиковая тара, трубы и т.д. Переработка полиэтилена экономически выгодна, ведь она дает возможность сократить расходы на первичное производство материала, сокращает затраты сырья, уменьшая конечную стоимость изделий.

Сегодня вторичные гранулы ПВД применяются для производства декоративных деталей автомобилей (пластиковая отделка дверей, приборной панели). Помимо этого, из переработанного ПВД изготавливаются различные сельскохозяйственные емкости, канистры и пластиковые ведра. Производятся пакеты для утилизации отходов легкой промышленности и медицины, различные ящики, предназначенные для хранения непродовольственных товаров. Вторичный материал - основное сырье для изготовления упаковки для больших партий товаров, а также плотных пленок, используемых в строительстве.

1.4 Технологический процесс переработки полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР»

Переработка полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР» начинается с мусоросортировочного комплекса, где они извлекаются из смешанных коммунальных отходов.

Доставка твердых коммунальных отходов на мусоросортировочный комплекс осуществляется мусоровозами, которые проходят регистрацию и взвешивание, после чего разгружаются в приемном отделении станции на специально оборудованной бетонированной площадке.

При помощи трактора производится формирование на бетонном основании относительно ровного слоя толщиной менее 1 м, расположенного вдоль приемки с транспортными конвейерами.

В приемном отделении проводится предварительная ручная сортировка путем извлечения из подготовленного слоя твердых коммунальных отходов следующих компонентов:

- крупногабаритных и массивных предметов (КГМ), способных вывести из строя оборудование комплекса;
- крупных, хорошо различимых вторичных материальных ресурсов (ВМР) (куски картона, полиэтилена, бумаги), а также крупных компонентов пищевых отходов;
- древесных отходов;
- различного рода вредных веществ, как то емкости с остатками нефтепродуктов, бытовой химии и т.п.

Отобранные компоненты складываются в отдельные бункера, установленные в зоне предварительной сортировки, но не мешающие маневрированию автотранспорта, и по мере заполнения вывозятся на технологические участки или отправляются на полигоны или обезвреживание.

После завершения предварительной сортировки отходы сдвигаются с к подающим конвейерам мусоросортировочного комплекса.

Отходы подают на подающий конвейер, по конвейеру подаются в динамический сепаратор, где втор. сырье отделяется от отходов размером менее 30 мм, содержащими в основном органические (пищевые остатки, смет и др.), которые с помощью выкидного конвейера подаются в передвижной бункер.

Вторичное сырье (более 30мм), в основном свободные от балластных примесей, поступают на три сортировочных конвейера, распределяющие отходы к рабочим местам работников, где вручную осуществляется отбор. Всего на трех линиях сортировки в производственном корпусе установлено 54 рабочих места (по 18 на каждую линию).

Отбираемые полиэтиленовые пакеты сбрасываются вручную в приемную ячейку объемом 1 м³, расположенную у каждого рабочего места. Из ячейки, вторичные ресурсы извлекают с помощью погрузчика, передвигая их в зону пакетирования [31].

Пакетированные полиэтиленовые пакеты отправляют в места временного хранения с целью хранения до переработки. Технологическая блок-схема технологии отбора полиэтиленовых пакетов из ТКО представлена на рисунке 2.



Рисунок

2- Технологическая блок схема отбора полиэтиленовых пакетов из ТКО

Далее по технологии тюки с полиэтиленовыми пакетами, перемещают на участок сортировки полиэтиленовых пакетов, где их сортируют по видам: ПВД, Стрейч, ПНД. Помимо этого полиэтилены

сортируются по степени загрязнения на чистые (загрязнено менее 10% поверхности полиэтилена) и грязные (загрязнено более 10% поверхности полиэтилена). Так же в процессе сортировки из пленки удаляются посторонние включения, такие как скотч, бумага, этикетки и прочее.

Отсортированное сырье укладывается в мешки по 20-25 кг, взвешивается на тензометрических платформенных весах и отправляется на участок первичной переработки полиэтиленов, где пленка проходит стадии дробления и агломерирования.

Дробление осуществляется на ИМП-2/18,5, мощностью 150-250 кг/ч.. Загрузка материала в приемный бункер оборудования осуществляется вручную, равномерными порциями, что исключает перегрева привода и разогрева материала.

В процессе разрезания плёночного полиэтилена между ножами ротора и ножами стационарными, происходит уменьшение размера его частиц до величины, соответствующий диаметру отверстий решета.

Измельчённый материал через отверстия решета последовательно поступает в бункер промежуточный, бункер загрузочный, патрубок и по воздуховоду – в накопительные ёмкости вентиляционной пылеулавливающей установки.

Сбор измельченного материала осуществляется в Биг-Бэг. По мере его заполнения, подача отходов полимеров в дробилку прекращается и тара меняется на пустую. На выходе из дробилки производится дробленый полиэтилен с частицами – 10х10мм, который передается на участок агломерирования.

Агломерирование - совмещение в одном процессе измельчения и пластикации полимерной пленки под действием теплоты трения, подачи дозированного количества воды для охлаждения, агломерации и измельчения в гранулы размером 3-10 мм. [49].

На предприятии ООО «ПОВТОР» установлены 2 агломератора: АПР-30 и АПР-30х2 работающих с плёночными отходами ПВД, ПНД, ЛНЭ, ПП и их композицией.

Принципиальное отличие агломераторов друг от друга заключается в принципе действия. Агломератор АПР-30 является однороторным, в него необходимо загружать только измельченные полимеры. Загрузка не измельченных пленок приводит к перегрузке двигателя и поломкам. Агломератор АПР-30х2 – двухроторный, что позволяет загружать в него не измельченные полиэтиленовые пакеты. Движение двух роторов обеспечивает измельчение полиэтиленовых пленок внутри бункера. В остальном принцип работы агломераторов идентичен.

Агломераторы состоят из корпуса, станины, на которой смонтированы все узлы аппарата, рабочей камеры для загрузки перерабатываемого материала; ножей для измельчения пленочных отходов, вращающихся от электродвигателя; крана для подачи воды в рабочую камеру для введения требуемого объема «шоковой» воды, а также заслонки, через которую производится выгрузка готового продукта (рис.3).



Рисунок 3 - Агломератор двухроторный

Плѐнка, или дробленка массой 28-30 кг равномерно, не допуская перегрузки оборудования, загружаются в рабочую камеру агломератора. Далее производится их измельчение и нагревание материала за счет механической энергии трения измельченных частиц материала о стенки рабочей камеры и между собой. Работник, проводивший операцию агломерирования. Визуально определяет степень расплавления полимерного материала и при расплавлении 40% массы добавляет «шоковую» воду. В результате резкого охлаждения полимера, в камере происходит агломерация массы. Далее работник контролирует процесс сушки материала. После прекращения испарения избыточной влаги, работник открывает заслонку и производит выгрузку готового продукта - агломерата.

Агломерат - это плотные шарики неправильной формы, используемые в качестве как самостоятельного вторичного сырья для литья в термопласт-автоматах, так для дальнейшей переработки экструзией.



Рисунок 4 – агломерат ПВД белый

На ООО «ПОВТОР» производятся несколько видов агломерата:

1. Агломерат ПВД (белый, черный)
2. Агломерат Стрейч (белый, черный)

3. Агломерат ПНД (грязный материал со степенью загрязнения поверхности пленки более 10%)

Агломерат ПНД, реализуется на стороннее предприятие для дальнейшей переработки, а агломерат ПВД и Стрейч отправляются на дальнейшую переработку на участок гранулирования.

Гранулирование - формирование твердых частиц (гранул) определенных размеров и формы с заданными свойствами. Размер гранул зависит от вида материала, способа его дальнейшей переработки или применения. На данном предприятии гранулирование проводят методом экструзии - образование гранул путем продавливания пластично-вязкой массы с помощью шнека через головку экструдера с послед. разрезанием материала. [50]

Для гранулирования используют гранулятор HSSJ-90 производительностью 80 кг/час. В процессе переработки полиэтилен непрерывно перемещается вращающимся шнеком через несколько обогреваемых зон с разными температурами (температурные режимы представлены в приложении 1), материал расплавляется под действием сил трения и тепла. Расплав дегазируется, гомогенизируется, сжимается, нагнетается в формующую обогреваемую фильеру и продавливается через ее отверстия в виде жгутов заданного диаметра. На фильере установлена нержавеющая сетка, на которой остаются посторонние, нерасплавленные материалы. По мере загрязнения сетка меняется.

Для предотвращения слипания жгуты и охлаждаются в специальной ванне с холодной водой, далее проходят стадию сушки и рубятся вращающимися ножами стренгорезки на отрезки установленной длины – гранулы.

Технологические параметры гранулирования (температура по зонам гранулятора, скорость вращения шнека, степень сжатия, режим охлаждения) устанавливаются в зависимости от вида и физико-

механических свойств полиэтилена: плотности, температур фазовых переходов, показателя текучести расплава. Температурные режимы гранулирования для разных марок полиэтилена сильно различаются: в загрузочной воронке поддерживается температура в диапазоне 60-115 °С, в зоне формирующей фильеры – 180-260 °С.



Рисунок 5 – гранулятор одношнековый

Гранулирование превращает агломерат в плотные и прочные образования, однородные по составу, свойствам, с одинаковыми формой и размерами. При гранулировании контролируются качество и однородность гранул (форма, прочность, насыпная масса) и выход кондиционной фракции. На ООО «ПОВТОР» установлены требования качества продукции, представленные в приложении 2.



Рисунок 6 – гранула ПВД прозрачная

В процессе гранулирования, осуществляется постоянный контроль технологического процесса (Приложение 3).

Таким образом, технология переработки полиэтиленовых пакетов ведется по схеме, представленной на рисунке 7.



Рисунок 7- технологический процесс переработки полиэтиленовых пакетов.

Как показано на рисунке, полимер проходит две стадии измельчения и нагревания: агломерирование и гранулирование, что приводит к дополнительной термической и механической деструкции полимера.

Термическая деструкция протекает при нагревании полимеров, и в значительной степени зависит от их химического строения. Этот процесс чаще всего идет по радикальному механизму и сопровождается разрывом химических связей и снижением молекулярной массы полимера. Для различных полимеров существует свой порог термической устойчивости. Большинство из них разрушается уже при 200°[18].

Механическая деструкция происходит под действием механических напряжений. Это один из часто встречающихся видов деструкции полимеров, так как полимерные материалы при эксплуатации могут подвергаться самым разным видам деформации. При механической деструкции происходит изменение структуры и свойств полимеров, связанное с разрывом макромолекул[24].

1.5 Экологичность объекта

На представленном участке предприятия существуют факторы, негативно влияющие на организм человека[21], представленные в таблице 4.

Таблица 4- Идентификация опасных и вредных производственных факторов

Наименование ОВПФ	Группа ОВПФ по ГОСТ 12.0.003-74	Источники ОВПФ	Мероприятия по снижению ОВПФ
Повышенная температура	Физическое	Агломератор. Гранулятор	Изоляция
Повышенный уровень шума	Физическое	Дробилка Агломераторы	Использование вкладышей противошумных "Бируши"
Повышенный уровень вибрации	Физическое	Дробилка Агломераторы гранулятор	Восстановление центровки машин
Движущиеся механизмы	Физическое	Дробилка Агломераторы гранулятор	Использование защитных устройств движущихся элементов оборудования
Динамические перегрузки	Психо- физиологическое	Сменный график	Соблюдение режима труда и отдыха

В цехе предприятия были проведены исследования по охране труда. В результате, которых не было выявлено нарушений по обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты.

К таковым относятся: рабочий комбинезон, перчатки, битуши. Этот инвентарь необходим для обеспечения безопасной работы на данном оборудовании. Работники полностью обеспечены средствами индивидуальной защиты и используют ее в течение всего рабочего времени. Это является обязательным условием при работе на оборудовании, что прописано в технике безопасности и трудовом договоре. При невыполнении данного условия работник может быть уволен, или оштрафован, на усмотрение руководящего состава.

На территории предприятия существует риск поражения электрическим током. В связи с этим, дробильщик должен знать и уметь применять правила оказания первой помощи при несчастном случае данного типа.

Так же была разработана инструкция по обращению с электрооборудованием:

Не электротехническому персоналу запрещается:

- 1) доверять пуск электрооборудования лицам, не обслуживающим оборудование;
- 2) касаться токоведущих частей электродвигателей, пускателей, регуляторов, электроосветительных приборов, распределительных и осветительных щитов;
- 3) проводить самостоятельно ремонт электротехнических устройств;
- 4) снимать крышки пускорегулирующей аппаратуры;
- 5) производить многократное включение (отключение) электрооборудования, пользоваться неисправными электроинструментами и прочими электроустройствами.

На основе правил пожарной безопасности, нормативно-технических, нормативных и других документов[7], содержащих требования пожарной безопасности, исходя из специфики пожарной опасности зданий, сооружений, технологических процессов,

технологического и производственного оборудования была разработана следующая инструкция о мерах пожарной безопасности:

Общие положения:

1) Работники организации обязаны знать и соблюдать все требования настоящей инструкции.

2) Ответственность за обеспечение мер пожарной безопасности несёт руководитель или лицо, временно исполняющее его обязанности.

3) Все сотрудники должны допускаться к работе только после прохождения противопожарного инструктажа, проводимого один раз в квартал.

4) Лица виновные в нарушении правил пожарной безопасности в зависимости от характера нарушений и последствий несут ответственность в соответствии с действующим законодательством и правилами внутреннего распорядка.

Содержание помещений и оборудования:

К зданию должен быть обеспечен свободный подъезд. Коридоры, тамбуры, проходы к средствам тушения и электрическим приборам должны быть свободными.

Двери эвакуационных выходов должны свободно открываться в направлении выхода из помещения.

В помещении запрещается:

1) хранить огнеопасные или легковоспламеняющиеся вещества и жидкости;

2) производить электрогазосварочные и другие огневые работы;

3) оставлять без присмотра включенные нагревательные электроприборы.

Рабочие места и оборудование должны ежедневно убираться от мусора и пыли.

Курение разрешается только в специально отведенных местах.

Электроустановки, электропроводки и освещение[40].

Электроустановки должны монтироваться и эксплуатироваться в соответствии с правилами устройства электроустановок(ПУЭ) и Правилами техники безопасности (ПТБ).

Устройство и эксплуатация электросетей – времянок не допускается

При эксплуатации электросетей запрещается:

- 1) использовать проводами с поврежденной изоляцией;
- 2) применять для защиты электросетей вместо автоматов защиты или калиброваны плавких предохранителей – жучки.

Во всех помещениях по окончании работ все электроустановки и электроприборы должны быть обесточены, за исключением дежурного освещения.

При пожаре на участке:

Работник обнаруживший пожар или возгорание обязан:

- 1) немедленно сообщить об этом в пожарную часть по телефону 01, вызвать скорую помощь по телефону 03;
- 2) сообщить начальнику смены об обнаружении очага возгорания;
- 3) принять меры к локализации возгорания с помощью первичных средств пожаротушения (навесной струей воды, отдельных участков песком, кошмой);
- 4) при необходимости организовать эвакуацию людей согласно имеющихся схем эвакуации.

Организовать встречу пожарных, оказать помощь в выборе кратчайшего пути для подхода к очагу пожара и введения средств пожаротушения.

Экологическая безопасность – важная составляющая развития и деятельности любого предприятия. На современном рынке экологическая безопасность тесно связана с конкурентоспособностью компании, ведь для получения крупных заказов и привлечения иностранных инвестиций необходимо подтвердить не только

прибыльность и эффективность своей работы, но и ее экологическую безопасность.

Экологическая безопасность является одним из основных условий деятельности предприятия, так как производства, наносящие вред окружающей среде, не могут считаться целесообразными и нуждаются в срочном внедрении систем защиты от опасного влияния на природу и здоровье людей.[9]

Международные требования к уровню, который должна иметь экологическая безопасность предприятия, довольно высоки. Однако разработаны не только нормы, которым должна соответствовать экологическая безопасность, но и методы ее обеспечения. И, хотя экологическая безопасность в нашей стране контролируется рядом законов (например, законом «Об охране окружающей среды»), поэтому стандарт ISO все чаще внедряется в различных компаниях. Экологическая безопасность, подтвержденная таким сертификатом, является залогом доверия со стороны зарубежных партнеров. В России введен аналог ISO 14000 – ГОСТ Р ИСО 14000, который является переводом оригинального текста стандарта. Экологическая безопасность, согласно положениям ISO, достигается за счет внедрения эффективной системы экологического менеджмента. В ее основе должна лежать установленная самим предприятием экологическая политика, которой должны придерживаться все отрасли данного предприятия. Конечно, она не должна противоречить законам, которыми регулируется экологическая безопасность окружающей среды в стране или регионе. Важным элементом является создание механизмов, которыми оценивается и регулируется экологическая безопасность предприятия, постоянный сбор и обновление информации. На ее основе предприятие может установить четкие цели и задачи в области экологической безопасности, а также методы их регулирования и достижения. [34]

Таблица5-Мероприятия по экологической безопасности

Источники загрязнения окружающей среды	Мероприятия по защите окружающей среды
Грязная вода (охлаждение стренг)	С помощью сточных труб собирается в коллектор, отчищается
Твердый отход – Скотч, этикетки, бумага	Собирается в мешки моек и отправляется на полигон

ГЛАВА 2 МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПАКЕТОВ НА ПРИМЕРЕ ООО «ПОВТОР»

В процессе исследования технологии переработки полиэтиленовых пакетов были выявлены следующие недостатки:

1. Высокие потери в процессе переработки полиэтиленовых пакетов.
2. Большое количество стадий переработки: отбор, сортировка, дробление, агломерирование, гранулирование, что приводит к высоким затратам на переработку.

Вышеуказанные проблемы возможно решить- при модернизации технологии переработки полиэтиленовых пакетов.

2.1 Разработка технологического процесса переработки отходов участка гранулирования полиэтиленов.

С целью оптимизации технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР», были тщательно изучены, места потерь при производстве гранулы. Оказалось, что наибольшее количество продукта теряется в процессе гранулирования, в процессе замены фильтр-сеток, при замене которых образуется отход в виде стренг.

Было предложено данный вид отхода измельчить в дробилке ИМП-2/18,5. Для чего 200 кг стренг были отчищены от крупных включений и измельчены в дробилке.



Рисунок 8 – измельченные стренги

Полученный продукт засыпали в бункер гранулятора и попытались переработать его в обычном режиме. Однако, дробленка оказалась слишком крупной и зависала в бункере. Приходилось постоянно толкать ее в шнек.

На основании проведенного эксперимента, не было получено ни одного килограмма гранулы. После тщательного анализа происшедшего, было выявлено, что в дробилке установлена сетка с ячейкой 5 см и предложено установить сетку с ячейкой в 2 см, которую используют при переработке твердых полимерных материалов (таких как мусорные контейнеры, фруктовые ящики и т.д.).

После установки сетки с ячейкой 2 см. производительность дробилки снизилась на 15%. Передробленные стренги были загружены в бункер гранулятора и оборудование привели в действие в обычном режиме. Зависание материала в бункере не наблюдалось на протяжении переработки всей партии (200 кг) дробленки. Таким образом, было найдено решение по переработке отходов производства в продукции и разработан технологический режим переработки данного вида сырья на одношнековом грануляторе (таблица 6).

Таблица 6- Технологический режим переработки дробленки стренг
на одношнековомгрануляторе

1 ЗОНА	220-230 °С
2 ЗОНА	220-230 °С
3 ЗОНА	225-235 °С
4 ЗОНА	225-235 °С
5 ЗОНА	230-240 °С
ГОЛОВА	230-240 °С
СКОРОСТЬ ШНЕКА	30-48 об
СКОРОСТЬ РЕЗКИ	13-20 об

На основании производственных данных, на участке гранулирования ежедневно образовывалось около 25 кг стренг. Соответственно, благодаря внедрению технологии переработки стренг в гранулы, производственные потери сырья сократились на 750кг/месяц, что составляет 2% от входящего сырья.

Благодаря разработке технологии переработки стренг в гранулы, на полигоны Тольятти, сократится поступление полимерных отходов на 7 200 кг в год, что положительно отразится на окружающей, среде благодаря продлению срока действия полигона и снижения опасных компонентов в случае возгорания на полигоне[27].

4.2 Оптимизация технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов

В процессе изучения современных технологий переработки полиэтиленовых пакетов, было выявлено, что многие производители оборудования для переработки полимеров предлагают технологию принудительной подачи дробленого сырья в гранулятор.

Благодаря данному устройству, перерабатываемые полиэтиленовые пакеты не нужно агломерировать, что влечет за собой снижение затрат на электроэнергию, шокую воду и рабочую силу.

Система принудительной подачи сырья (рис. 9) используется для загрузки материалов с низкой насыпной плотностью: дробленые сотовые листы и вспененные материалы, пленочные отходы, пушенка.



Рисунок 9 Устройство принудительной подачи сырья

Однако, в условиях ОО «ПОВТОР» установка данного оборудования оказалась не возможной, т.к. занимала много места. По этой причине было принято провести ряд экспериментов с целью определить % подмеса дробленого материала в агломерат, с целью экономии ресурсов.

Для проведения данного эксперимента было использовано 350 кг агломерата ПВД и 140 кг дробленки-стрейч.

Эксперимент проводился на одношнековом грануляторе, при работе оборудования в режиме, указанном в таблице 7.

Таблица 7- Технологический режим проведения эксперимента

№ Опыта	Агломерат кг	Подмес кг	Подмес %	Качество сырья	Тех. процесс
1	50	5	9	хор	Без откл.
2	50	10	16	хор	Без откл.
3	50	15	23	Удовл.	Без откл.
4	50	20	28	Удовл.	Без откл.
5	50	25	33	Плоские гранулы	Снижение производит. 2%
6	50	30	38	Плоские гранулы	Снижение производит. 5%
7	50	35	41	Плоские гранулы	Зависание материала в бункере

Запуск оборудования производился на холостом ходу. После достижения необходимых скоростей, в бункер гранулятора была засыпана смесь из 50кг агломерата ПВД и 5 кг дробленки стрейч. При переработке сырья изменение параметров техпроцесса и качества сырья фиксировалось в таблице 6. После того как материал был сработан, в бункер засыпали следующую экспериментальную смесь.

Результаты проведенного эксперимента приведены в таблице 8.

Таблица 8-Результаты опытов по введению подмеса в агломерат

№ Опыта	Агломерат кг	Подмес кг	Подмес %	Качество продукта	Тех. процесс
1	50	5	9	хор	Без откл.
2	50	10	16	хор	Без откл.
3	50	15	23	Удовл.	Без откл.
4	50	20	28	Удовл.	Без откл.
5	50	25	33	Плоские гранулы	Снижение производит. 2%
6	50	30	38	Плоские гранулы	Снижение производит. 5%
7	50	35	41	Плоские гранулы	Зависание материала в бункере

Проведенный эксперимент показал, что добавление в агломерат 16% дробленого полиэтилена не влияет на технологический процесс и качество сырья.

При добавлении 23% качество продукта снижается, на гранулах наблюдаются задиры (полосы). Добавление более чем 33% снижает производительность оборудования и приводит к браку продукта.

Добавление 16% дробленого материала в агломерат позволит снизить затраты на агломерирование.

2.3 Экспериментальный подбор фильтр сетки в гранулятор

Помимо стренг, в процессе переработки полиэтиленов, образуются лепехи, которые выходят из зоны дегазации. Данный вид отхода невозможно вторично использовать на имеющемся на ООО «ПОВТОР» оборудовании.

В результате анализа технологического процесса гранулирования полиэтиленов, было обнаружено, что лепехи выходят из зоны дегазации постоянно. В связи с чем было выдвинуто предположение, что в зоне гранулирования образуется избыточное давление из-за мелкой ячейки в сетке.

Данное предположение было проверено экспериментальным путем. Для эксперимента были закуплены сетки с ячейкой 0,6мм, 0,7 мм. 0,8 мм, 0,9 мм и 1мм.

Гранулирование полимера производилось при прочих равных условиях, при технологических режимах, указанных в таблице 7.

Результаты эксперимента представлены в таблице 9.

Таблица 9-Результаты опытов по введению подмеса в агломерат

мм	Ячейка мм	Качество продукта/ изменения в тех. процессе	Наличие лепехи в зоне дегазации
1	0,8(оригинал)	хор	присутствует
2	0,9	хор	присутствует
3	1,0	Хор/ производительность линии увеличилась на 2%	Скорость образования лепехи снизилась
4	1,1	Хор/ производительность линии увеличилась на 3%	Лепеха не образуется
5	1,2	40% стренг рвется	Лепеха не образуется
6	1,3	-----	Лепеха не образуется, но рвутся стренги. Производство не возможно

Проведенный эксперимент показал, что в процессе переработки полиэтилена, целесообразна замена фильтр-сетки с ячейкой 0,8 мм на сетку с ячейкой 1,1 мм. Данная замена позволит снизить затраты на закупку сетки, снизить потери при производстве гранулы и повысить производительность линии на 3%.

На основании данных, полученных на участке гранулирования пластмасс, следует, что в результате переработки вторсырья в среднем образовывалось 17кг. лепех. Таким образом, благодаря применению сетки с ячейкой 1.1 мм, на полигон захоронения ТКО в Тольятти сократится поступление отходов полиэтилена на 6 120 кг, что продлит срок действия полигона и снизит риск выброса опасных компонентов в воздушную среду в случае возгорания на полигоне.

2.4Экономическое обоснование проводимых мероприятий

После проведения модернизации технологии производительность линии в час составит:

$$N_1=90+3\%=93\text{кг/час.}$$

Соответственно производительность участка гранулирования составит:

$$N_{\text{мес}}=93\text{кг/час}\cdot 11\text{ час}\cdot 30\text{ дней}\cdot =30\,690\text{ кг/месяц.}$$

$$N_{\text{год}}=30\,690\cdot 12=368\,280\text{ кг/год}$$

Количество затраченного сырья теоретически:

$$M_{\text{сырья}}=N_{\text{месс}}+5\%=30\,690+5\%=32\,225\text{ кг/месяц}$$

Масса потерь полиэтиленового сырья:

$$m_{\text{пт}}=M_{\text{сырья}}-N_{\text{месс}}=32\,225-30\,690=1\,535\text{ кг/месяц,}$$

После модернизации линии, отходы при гранулировании будут отсутствовать.

2.4.1 Расход электроэнергии в процессе переработки полиэтиленов

Расход электроэнергии при переработке полиэтиленовых пакетов в час представлен в таблице 10.

Таблица 10 - Расход электроэнергии на переработку полиэтиленов до модернизации

Вид ресурсов	Затрачено в час	Стоимость одной единицы (рубль)	Затраты (рубль)	Затраты на единицу продукции (рубль)
Электроэнергия на дробление кВт	12	3	36	0,4
Электроэнергия на агломерирование кВт	12,5	3	37,5	0,42
Электроэнергия на гранулирование кВт	21	3	63	0,7
Итого			136,5	1,52

Таким образом затраты на электроэнергию при производстве 1 кг гранулы составили 1,52 руб.

После внедрения предложенных решений, затраты на электроэнергию изменятся, т.к. агломерированию будет подвергаться на 16% меньше пленки, а так же затраты снизятся за счет повышения производительности оборудования:

Таблица 11 - Расход электроэнергии на переработку полиэтиленов после модернизации

Вид ресурсов	Затрачено в час	Стоимость одной единицы (рубль)	Затраты (рубль)	Затраты на единицу продукции (рубль)
Электроэнергия на дробление кВт	12	3	36	0,39
Электроэнергия на агломерирование кВт	12,5	3	37,5	0,34
Электроэнергия на гранулирование кВт	21	3	63	0,68
Итого			136,5	1,41

Отклонение составит: $1,52 \text{руб./кг.} - 1,41 \text{руб./кг.} = 0,11 \text{руб./кг.}$

Рассчитаем затраты энергоресурсов на одну тонну продукции базового варианта:

$$1.52 \text{ руб/кг} * 1000 = 1\,520 \text{ руб}$$

Рассчитаем затраты энергоресурсов на одну тонну продукции после модернизации технологического процесса:

$$1.41 \text{руб/кг} * 1000 = 1\,410 \text{ руб}$$

Экономия составит:

$$1520 - 1410 = 110 \text{ руб./ тонну.}$$

2.4.2 Расчет оплаты при переработке полиэтиленов

Оплата труда при действующей системе:

В тех процессе задействовано 1 дробильщик, 1 агломераторщик и 1 грануляторщик. На производстве действуют следующие расценки сдельной оплаты труда:

Дробление: $1 \text{ кг} = 1,3 \text{ руб}$

Агломерирование: $1 \text{ кг} = 1,5 \text{руб}$

Гранулирование: $1 \text{ кг} = 1,5 \text{руб}$

Соответственно затраты на производство 1 кг гранулы составят:

$$1,3 + 1,5 + 1,5 = 4,3 \text{ руб/кг}$$

Соответственно затраты на 1 тонну продукции составят:

$$4,3 \text{руб/кг} * 1000 \text{кг} = 4300 \text{кг}$$

Оплата труда после модернизации:

После проведения модернизации, агломерации будет подвергаться 84% массы сырья. Соответственно затраты на производство 1 кг гранулы составят:

$$1,3 + 1,5 * 0,84 + 1,5 = 1,3 + 1,26 + 1,5 = 4,06 \text{ руб/кг}$$

Соответственно затраты на 1 тонну продукции составят:

$$4,06 \text{руб/кг} * 1000 \text{кг} = 4060 \text{руб}$$

2.4.3 Расчёт себестоимости гранулы

Для составления экономического обоснования проектируемых мероприятий, по модернизации технологии переработки полиэтиленовых пакетов, необходимо рассчитать себестоимость продукции. Расчёт ведётся по базовому и проектному вариантам, по каждой статье затрат.

4.2.1. Расчет сырья в год

$$P_{\text{год}} = P_{\text{час}} * F_{\text{эф}};$$

Где:

$P_{\text{год}}$ – годовой расход сырья;

$P_{\text{час}}$ – расход сырья за 1 час;

$F_{\text{эф}}$ – эффективное время работы оборудования / год;

$$P_{\text{год}} = 90 * 3960 = 356\,400 \text{ кг/год.}$$

При расчете расхода сырья, необходимо учитывать, что при базовом варианте в процессе переработки полиэтиленовых пакетов потери сырья составляют в среднем: при сортировке 15%, при дроблении 2%, при агломерировании 1%, при гранулировании 5 %

Расход сырья, основных и вспомогательных материалов представлен в таблице 12.

Таблица 12 - Расход сырья, основных и вспомогательных материалов

Вид сырья, материалов	Единица измерения	Расход на 1 тонну продукции (тонн)		Цена за единицу измерения, (руб.)		Сумма, (руб.)	
		Базов	Проект	Базов.	Проект.	Базов	Проект
Полиэтиленовые пакеты чистые	Тонн	1,23	1,18	27000	27000	33210	31860

Проведенные расчеты показали, что затраты на закупку сырья для производство полиэтиленовой гранулы, при внедрении предложенных модернизаций технологического процесса снизятся на 1350 кг/тонну.

Сравнительный анализ себестоимости одной тонны продукции представлен в таблице 13.

Таблица 13 - Сравнительный анализ себестоимости

№	Наименование статей	Базовый	Проектный
1	Сырье и материалы (руб.)	33210	31860
2	Энергоресурсы (руб.)	1520	1410
3	Основная заработанная плата (руб.)	4300	4060
4	Цеховые расходы (руб.)	9312	8907
5	Общезаводские расходы (руб.)	1440	1440
6	Производственная себестоимость (руб.)	45782	43677
7	Внепроизводственные расходы (руб.)	350,5	337,4
8	ПОЛНАЯ СЕБЕСТОИМОСТЬ (руб.)	46132,5	44144,4
9	ОПТОВАЯ ЦЕНА (руб.)	52000	52000

В результате применения предложенных модернизаций технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов в гранулы, себестоимость одной тонны продукции снизится более чем на 1988 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании результатов, полученных при исследовании систем обращения с полиэтиленовыми отходами, следует, что в результате смешанного сбора ТКО, более 40% полиэтиленовых отходов приходят в негодность. Таким образом, более 40 % полиэтиленовых отходов отправляются на полигоны, где наносят непоправимый вред окружающей среде.

По данным федеральной службы государственной статистики, доля полимеров в твердых коммунальных отходах за последнее десятилетие выросла более чем в 2 раза. Данное обстоятельство связано с увеличением использования синтетических упаковочных материалов.

На основании проведенного анализа распространенных методов переработки полиэтиленовых отходов в мире, следует сделать вывод, что существующие технологии позволяют перерабатывать более 90% данных отходов, при условии их раздельного сбора и обеспечения высокой степени чистоты вторсырья.

В процессе исследования технологии переработки полиэтиленовых пакетов на ООО «ПОВТОР» были выявлены следующие недостатки:

- Высокие потери в процессе переработки полиэтиленовых пакетов.
- Большое количество стадий переработки: отбор, сортировка, дробление, агломерирование, гранулирование, что приводит к высоким затратам на переработку.

Вышеуказанные проблемы решались при модернизации технологических процессов переработки полиэтиленовых пакетов.

Снижение потерь при производстве гранулы было достигнуто методом разработки технологии переработки стренг (отходов производства) в гранулы. В результате чего на полигоны Тольятти, сократится поступление полимерных отходов на 7 200 кг в год, что положительно отразится на окружающей среде, благодаря продлению

срока действия полигона и снижения опасных компонентов в случае возгорания на полигоне.

Снижение затрат на переработку полиэтиленовых пакетов, было достигнуто благодаря экспериментально- подобранному % внесения подмеса (дробленого полиэтилена) в агломерат. Экспериментально подтверждено, что добавление 16% дробленого материала в агломерат позволит снизить потребление электроэнергии при переработке полиэтиленов за счет уменьшения объемов агломерирования.

Снижение потерь так же было достигнуто методом экспериментального подбора фильтр сеток. В результате экспериментов, было выявлено, что применение сетки с ячейкой 1.1 мм, в процессе гранулирования полиэтиленов, поступление отходов полиэтилена на полигон захоронения ТКО в Тольятти сократиться на 6 120 кг, что продлит срок действия полигона и снизит риск выброса опасных компонентов в воздушную среду в случае возгорания на полигоне.

Экономические расчеты показали, что в результате применения предложенных модернизаций технологического процесса переработки полиэтиленовых пакетов в гранулы, себестоимость одной тонны продукции снизится более чем на 1988 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аболин А.А. Двухэтапная система транспортировки ТБО // ЖКХ. 2003. № 10. Ч.1. С.39-45.
2. Абрамов Н.Ф. Перспективы селективного сбора твердых бытовых отходов Москвы // Чистый город. 1998. № 1. С.32-39.
3. Агеев, А.Я. и др. ТБО источник тепловой энергии, или Новое нетрадиционное топливо // Энергетика региона (Екатеринбург), 2001. - № 4. - С. 14-15.
4. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / Ю.М. Лихачев, С.В. Селиванова, И.Г. Глазов и др. // Комплексная переработка твердых бытовых отходов наиболее передовая технология: Сб. тр. - СПб.: СПбГТУ, 2001. - С. 72-88.
5. Башкиров, Ю.Ю. Тольяттинский вариант переработки ТБО// газета "Живая вода" октябрь 2013г. С. 13
6. Бельямовский Д.Н. Сжигание и пиролиз твердых бытовых отходов // Жил.и коммун. хоз-во. 1993. № 6. С.28-29.
7. Бордунов В.В, Бордунов С.В., Леоненко В.В. Вариант Комплексной переработки твердых бытовых отходов // Экол. и пром-ть России. 2004. С.32-33.
8. Ветрова Т.П. Экономические аспекты утилизации твердых бытовых отходов // Вест. МГУ. Сер. 6. 1998. № 5. С.99-107.
9. Вторичные ресурсы: проблемы, перспективы, технология, экономика: Учеб. пособие / Г.К.Лоба-чев, В.Ф.Желтобрюхов и др.;Волгоград,1999.180 с.
10. Гомоницкая, А.О. Модернизация системы обращения с твердыми бытовыми отходами городского округа Тольятти // Материалы XI городской научной студенческой конференции «Молодежь. Наука. Общество». – 2013. – С.224.-226.

11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Введ. 01.07.1992.
12. Грибанова Л.П., Высокинская Р.В. // Тез.докл. конф. «Экологическая безопасность Урала» – Екатеринбург: «Урал-Принт». 2002. С.228-229.
13. Долгих А.А., Кот В.И. // Тез.докл. конф. «Экологическая безопасность Урала» - Екатеринбург: «Урал-Принт». 2002. С.229.
14. Е.Г.Смышляева. Экономическая эффективность проекта по реконструкции химического производства: метод. Указания по выполнению курсовой работы по дисциплине «экономика и управление производством»/Тольятти: ТГУ, 2008. – 36с.
15. Журнал «Первичная упаковка ПЭТФ-тары». Вып. 9: отходы упаковки. М.: ТБО, 2006. С. 26-29.
16. Журнал «ТБО» Голландия - страна традиций, тюльпанов и сыров.июнь 2010, 57с.
17. Ильиных, Г.В. Морфологический состав отходов: основные тенденции изменения // Твердые бытовые отходы. 2011. №8;
18. И.Л.Иоффе Проектирование процессов и аппаратов химической технологии (патрубки), 1991. 28с.
19. Клинков А.С., Беляев П.С., Соколов М.В. Утилизация и вторичная переработка вторичных материалов; Тамбов 2005.
20. Куркин, П.Ю. Организация переработки и использования твердых бытовых отходов опыт США и проблемы России: Автореф. дисс. канд. экон. наук. - М.: Институт США и Канады РАН, 2000. - 28 с.
21. Лабораторный практикум по курсу "Процессы и аппараты" Г.И. Николаев, В.Г. Бле-кус, Г.Ж. Ухеев и др.: ИПЦ ВСГТУ, 2000.
22. Ли Д.Ф., Джонс-Ли Э. // Волна. 2000. № 2. С.36-40.
23. Лифшиц, А.Б. Современная практика управления твердыми бытовыми отходами//Чистый город, 2002.- №1. - С.16-23.

24. Носенко В.Н., Реутова О.А., Дюсембаева А.А. Процессы и аппараты химической технологии: Практикум для студентов химического факультета(скорости).- ОГУ, 2006. 79с.
25. Об отходах производства и потребления: Федеральный закон Российской Федерации от 24 июня 1998 года, N 89-ФЗ: принят Гос. Думой Российской Федерации 22 мая 1998 г.: одобр. Советом Федерации 10 июня 1998г.
26. Одесс В.И. Вторичные ресурсы: хозяйственный механизм использования.М.,1988.15 с.
27. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб./Росстат. -0-92 М., 2008. – 253 с
28. Петров В.Г., Чечина А.А. Линии сортировки мусора. Перспективы применения. – Изд-во Института прикладной механики УрО РАН, 2005. 112 с.
29. Постановление Правительства Самарской области от 06.08.2009 № 372. «Совершенствование системы обращения с отходами производства и потребления и формирование кластера использования вторичных ресурсов на территории Самарской области» на 2010-2012 годы и на период до 2020 года»
30. Рихванова М. // Волна. 2000. № 2. С.26-35.
31. Систер В.Г., Мирный А.Н., Скворцов Л.С. и др. Твердые бытовые отходы (сбор, транспорт и обезвреживание). Справочник. – М., Академия коммунального хозяйства им. К.Д.Памфилова, 2001. 319 с.
32. Смирнов А.Н. Современные технологии сбора и транспорта твердых бытовых отходов // Чистый город. 2005. № 3 (31). С.14-16.
33. Соловьева, М.В. Проблема твердых бытовых отходов: ее история и современные масштабы // Экология ЦЧО РФ, 2000. № 2(5). - С. 90-92.
34. Справочник. – М., Академия коммунального хозяйства им. К.Д.Памфилова, 2001. 319 с.(7)

35. Статья 14.3 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»
36. ТБО [Электронный ресурс]: многопредмет. науч. журн. – Электрон.журн.: ЗАО «Отраслевые ведомости» - М., 2008 – Режим доступа к журн.: <http://www.solidwaste.ru/sorting/catalog.html> – Загл. с экрана.(8)
37. Терещенко, П.В. Утилизация твердых бытовых отходов // Доклады МСХА. Выпуск 275. М.: Издательство МСХА, 2003. - С. 574-576.
38. Технологический регламент сортировки ТБО ООО "ПОВТОР" //Тольятти - 2013. С. 9.
39. Трёшников, С.Е. Мониторинг качественного состава ТБО на примере мусороперерабатывающего предприятия г.о. Тольятти // сборник статей по материалам XXX международной научно - практической конференции «Технические науки от теории к практики». – 2014. – С.190-196.
40. Федоров, М.П. Вторичные энергоресурсы в системах обращения с отходами // Известия РАН. Энергетика. 2002. - № 6. - С. 3-12.
41. Шварц Д. Отходы, упаковка и окружающая среда. – Рига, Латвия: Клуб защиты среды, 1995. 68 с.
42. Шубов Л.Я., Ставронский М.Е., Шехирев Д.В. Технология отходов мегаполиса. Технические процессы в сервисе. Учебное пособие. – М.: 2002. 120 с.
43. Щукин В.П., Чуприн А.Л., Щукина Я.Л. Самоорганизация, саморегулирование и самоуправление в эколого-экономической системе // Материалы международной научной конференции «Татищевские чтения: актуальность проблемы науки и практики». 2005. Ч.1. С.202-207.
44. Юфит С.С. Европейские нормы для мусоросжигательных заводов. – М.: «Джеймс», 2001. 48 с.
45. Юфит С.С. Ядовитый смог над планетой. – М.: «Джеймс», 2001. 40 с.

46. Охрана окружающей среды в России: Стат. сб./Росстат. -0-92 М., 2008. – 253 с.
47. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
48. <http://www.ximicat.com/ebook.php?file=ioffe.djvu&page=28>
49. <http://www.stroybest.ru/article/view/886>

Технологические режимы переработки полиэтиленов на грануляторе

Наименование перерабатыв. материала	ПЭ	ПП	АБС	ПС	ПЭТФ	ПА	ПФЛ	ПВХ
I зона	205-210	215-220	210-215	215-220	230-235	220-225	180-210	210-215
II зона	220-225	230-235	225-227	225-230	235-240	240-245	190-220	220-225
III зона	225-230	235-240	227-233	230-235	240-245	245-250	190-220	225-230
IV зона	230-235	240-245	233-242	235-240	245-250	250-255	190-220	230-235
V зона	235-240	245-250	242-245	240-245	250-255	255-260	190-220	240-245
VI зона	240-250	250-270	245-265	250-270	255-270	260-270	200-230	245-265
Обороты гл. двигателя	35-50	35-50	35-50	35-50	35-50	35-50	35-50	35-50
Обороты резки	25-40	25-40	25-40	25-40	25-40	25-40	25-40	25-40



ООО «ПОВТОР»

г.Тольятти, ул.Новозаводская д.2А, тел\факс (8482)-51-84-76

ПАСПОРТ
на ПВД вторичный гранулированный окрашенный
ТУ 2298-001-79150808-2008

Партия № _____
 Марка А1
 Цвет черный
 Масса партии _____
 Дата _____
 изготовления _____

Наименование показателя	Нормы по ТУ	Результаты испытаний	Метод испытаний
1. Внешний вид	Гранулы одинаковой геометрической формы размером 2-6 мм в любом направлении	соответствует	п.5.3 ТУ
2. Массовая доля гранул с включениями, не более	5%	соответствует	ГОСТ 27748, раздел 2 или п.5.4 ТУ
3. Массовая доля гранул размером 2-6 мм во всех направлениях, не более	95%	соответствует	ГОСТ 27748, раздел 2 или п.5.4 ТУ
4. ПТР, T=190°C, P=2,16 кг, не менее	0,20 г\10'	соответствует	ГОСТ 11645
5. Предел текучести при растяжении, не менее	9,0 МПа	соответствует	ГОСТ 11262
6. Относительное удлинение при разрыве, не менее	50 %	соответствует	ГОСТ 11262

Контроль технологических параметров при работе гранулятора

Контролируемый параметр	Нормы технологического режима, показатели (допустимые отклонения)	Частота контроля	Способ контроля	Кто контролирует
Внешний вид	Гранулы одинаковой геометрич. формы без включений воздуха	Постоянно	Визуально	машинист
Инородные примеси	Отсутствие	Постоянно	Визуально	машинист
Посторонние полимерные примеси	Отсутствие	Постоянно	Визуально	машинист
Размер гранулы: - 0-2 и > 3мм - 2-3 мм	Не более 5% Не более 95%	Постоянно	Линейка	машинист
Включения гранулы другого цвета	Не допускается	Постоянно	Визуально	машинист