

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН
КАРШИНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ
РАБОТА**

студента(ки) Технологического факультета
направления бакалавриата 5320400-Химическая технология
(химическая технология высокомолекулярных соединений)

Эрматова Чарос Бахром кизи

Тема: Проектирование производства труб из ПЭ с диаметром 160 мм с применением суперконцентратов ($Q=3100$ нм /сутка).

Руководитель:

подпись

А.Кодиров

ученое звание Ф.И.О.

Выполнил(а):

подпись

Ч.Б.Эрматова

ученое звание Ф.И.О.

«Принято к защите»

Зав.кафедрой:

подпись доц. О.Х.Панжиев
ученое звание Ф.И.О.

« ____ » _____ 2019 г.

«Допущен к защите»

Декан факультета:

подпись доц. Ш.Э.Ахмедов
ученое звание Ф.И.О.

« ____ » _____ 2019 г.

СОДЕРЖАНИЕ:

ВВЕДЕНИЕ	3
I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ	5
1.1. Техничко-экономические обоснование темы проекта.....	5
1.2. Характеристика сырья.....	7
1.3. Характеристика готовой продукции.....	9
1.4. Модификация полиэтиленовых композиций	12
II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	19
2.1. Технологический процесс изготовления труб.....	19
2.2. Описание устройства и принципа действия основного и вспомогательного оборудования.....	29
2.3. Материальные расчеты производства полиэтиленовых труб.....	40
2.4. Технологические расчеты оборудование.....	43
III. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	56
IV. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	61
V. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	72

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Производства труб с диаметром 160 мм из ПЭ с применением суперконцентратов является одним из самых популярных способов производства изделий самых разнообразных форм и назначений. Этот метод переработки гранулы из полиэтилена применяется уже достаточно давно, и по данному методу собрана большая теоретическая база. Главным формующим элементом машины экструдера является головка и именно от её проектирования зависит качество изготавливаемой детали.

Одно из важнейших преимуществ полиэтилены в сравнении с другими материалами широкая возможность получения материалов с заданной комбинацией свойств. Создание конкурентоспособных изделий в различных отраслях машиностроения связано с разработкой и освоением технологий изготовления новых деталей из полиэтилена, обладающих более высокими технико-экономическими показателями. В первую очередь это прочностные характеристики и стоимость используемых в производстве материалов. Необходимость появления таких материалов диктуется постепенным истощением в недрах земли залежей элитного сырья и удорожанием его добычи [1,8].

Преимущества полиэтилены перед традиционными материалами выражаются в облегчении конструкций, упрощении монтажных работ, снижении транспортных расходов, расширении возможностей применения типовых деталей, улучшении тепло и звукоизоляции и в конечном итоге сокращении сроков и удешевлении капитального строительства [8].

Целью дипломного проекта является проектирование технологии производства труб с диаметром 160 мм из ПЭ с применением суперконцентратов. В настоящей работе основное внимание будет уделено вопросам разработка технологической линии производства трубы методом экструзией.

Задачами данного дипломного проекта являются:

- определение основные направления развития производства полиэтиленовых труб методом экструзией;
- анализ технологических линии производства полиэтиленовых труб методом экструзией;
- создание технологической линии производства полиэтиленовых труб методом экструзией;
- материальный расчёт производства;
- расчет производительности экструдера;
- безопасность технологических процессов;
- технологический расчет экструдера;
- энергетические расчет экструдера;
- определение безопасность и экологичность технологии;
- технико-экономическая оценка технологической линии производства полиэтиленовых труб методом экструзией.

Практическая значимость дипломной работы: В проекте были изучены перспективного направления по производства труб с диаметром 160 мм из ПЭ с применением суперконцентраторов, обеспечивающего полное и рациональное потребление ресурсов, увеличение выхода продукции. Достоинствами метода являются высокая точность и качество изделий. Применение многоместных форм, предварительный подогрев сырья, высокая степень автоматизации процесса (разработаны полностью автоматизированные линии, управляемые с помощью компьютеров) позволяют достигнуть высокой эффективности использования оборудования. Это сравнительно недорогой процесс, который состоит в производства полиэтиленовых труб требуемой формы. При том, что в результате он обеспечивает повторное вовлечение материалов в производственный процесс, тем самым позволяя избегать лишних загрязнений окружающей среды [9].

I. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1. Техничко-экономические обоснование темы проекта

Несмотря на то, что уровень потребления полиэтилена в Узбекистане на порядок ниже, чем во всем мире, спрос на него растет темпами, опережающими рост экономики страны. Потребление полимеров, в том числе полиэтилена, растет со скоростью, опережающей рост ВВП. По прогнозам экономистов среднегодовые темпы прироста потребления полимеров в мире до 2020 г. составят 5,3%, а так же предсказывают увеличение потребления полиэтилена и других полимерных продуктов в пределах 4-7% ежегодно. В Узбекистане сложилась следующая структура предложения полиэтилена на рынке: лидирует тара и упаковка, товары культурно-бытового и хозяйственного назначения, пленки из полиэтилена, трубы и детали трубопроводов, прочие виды изделия, изоляция и защита оболочек кабелей. По этим данным, мы видим, что предложение полиэтиленовых труб на рынке, невелико. А вместе с тем, спрос на них растет с ростом актуальной в настоящее время проблемы изношенности коммуникаций [1,8].

Благодаря сшивке исходного полиэтилена в трубы они могут обеспечивать в частности длительную тепловую и ударную прочность, а также химическую стойкость и морозостойкость.

Таким образом, технология производства допускает применение труб в отопительных системах, а также системах горячего и холодного водоснабжения, напорной и безнапорной канализации и газопроводах, транспортирующих природные газы и газовоздушные смеси, не содержащие ароматических и хлорированных углеводородов (рабочее давление до 0,6 МПа). В последнее время трубы активно используются при оснащении помещений теплыми полами (температура до 95° С, рабочее давление до 1 МПа).

Экономисты-практики утверждают, что при успешном построении бизнеса производства полиэтиленовых труб, можно достичь рентабельности более 20%.

С позиции экономики основная задача при создании нового предприятия, которая должна быть решена — это не только поиск приоритетов развития и достижение сбалансированности спроса и предложения, но и выбор качественной сырьевой базы, которая, в свою очередь, в наибольшей степени подходит для выпуска продукта и определит целесообразность проекта.

Источником сырья для производства полиэтилена является этилен, а так же ацетилен, углекислый газ, кислород, сера, вода и предельные углеводороды.

Предложение подобных химических соединений на рынке велико, поэтому нехватки сырья не наблюдается.

Потребность в кадрах так же отсутствует. На бирже труда имеются представители как химических, так и экономических специальностей.

Сбыт готовой продукции будет реализован фирмам и компаниям нашего города и области, занимающимся монтажом полиэтиленовых труб в системе водоснабжения населения.

Производственная мощность — один из основных показателей деятельности предприятия. Наиболее простым и точным измерителем производственной мощности являются натуральные единицы.

От производственной мощности зависит степень удовлетворения рыночного спроса, поэтому производственная мощность должна предусматривать гибкость и возможность своевременно перестроить производственный процесс в зависимости от роста конкурентоспособности продукции, изменения объема и ассортимента продукции.

Основными причинами изменения производственных мощностей являются:

- установка новых единиц оборудования

- его модернизация
- ввод в действие новых мощностей
- изменение состава сырья
- изменение продолжительности работы оборудования и т.д.

Для того, чтобы улучшить производственные мощности моего предприятия, я буду производить следующие мероприятия. К ним относятся, увеличение полезного времени работы оборудования, устранение внутрисменных простоев оборудования, а так же сокращение продолжительности плановых ремонтов. Сюда так же относятся мероприятия по боле полной загрузке оборудования в единицу времени, повышение квалификации рабочих и на этой основе более полное использование производительности машин, увеличение выпуска продукции [9].

1.2. Характеристика сырья

Полиэтилен низкого давления (коротко ПНД) – это термопластичный полимер высокой плотности, получивший широкое применение благодаря свойствам пластичности, прочности и долговечности. Уникальное сочетание в одном материале множества удобных характеристик дало возможность его использования для создания пленочной упаковки, жесткой тары, коммуникационных труб и деталей к ним, огромного количества другой полезной продукции.

ПЭ низкого давления является продуктом полимеризации углеводорода этилена, получаемым при низком давлении, но при разных температурах и в присутствии различных веществ. При этом получают ПНД-модификации разной плотности, имеющие несколько разные свойства. При изготовлении изделий они маркируются наиболее высокими индексами – ПЭ-80, ПЭ-100. Эти марки незначительно различаются:

- По твердости,
- Прочности разрыва и растяжения,
- Стойкости к механическим повреждениям и деформированию,

Температурным режимам эксплуатации и т.п.

Внутреннее строение полиэтилена низкого давления независимо от технологии изготовления остается линейным: он имеет структуру полимерных макромолекул с большим количеством ответвлений и беспорядочными межмолекулярными связями [32].

Производство материала ПНД и изделий из него имеет сравнительно низкую себестоимость, так как для этого используется дешевое сырье и несложное оборудование (изготовление труб либо пленок обходится всего одним цехом).

Полиэтилен низкого давления изготавливается по стандарту [ГОСТ 16338-85](#), в соответствии с которым должен иметь следующие технические возможности:

Плотность в диапазоне от 930 до 970 кг/м³;

Температура плавления – +125-135 °С;

Нижний предел допустимых температур, при котором материал становится хрупким – -60 °С;

Прочность на разрыв растяжения достигает 1000 часов и более,

Период естественного разложения – порядка 100 лет,

Срок службы материала ПНД при соблюдении допустимых условий эксплуатации доходит до отметки в 50-70 лет и более.

ПНД базовых марок выпускают в порошковом виде, а их композиции поставляются в виде неокрашенных либо окрашенных гранул. Гранулированное сырье, идущее на изготовление широкого ассортимента продукции, регламентируется по линейным размерам частиц – в пределах от 2-х до 5-ти мм по диаметру и одинаковой формы. Могут быть разной сортности – высшей, первой и второй.

Изделия из полиэтилена низкого давления очень твердые и жесткие. Даже при изготовлении из ПЭНД тончайших пленок это свойство обнаруживается внешне издаваемым ими шуршанием при прикосновении и смятии.

1.3. Характеристика готовой продукции

Труба полиэтиленовая для подачи холодной воды имеет ряд физико-механических характеристик, показатели и методика контроля которых установлены в ДСТУ Б В.2.7-151:2008 «Трубы полиэтиленовые для подачи холодной воды. Технические условия».

К таким характеристикам относятся относительное удлинение при разрыве, граница текучести при растяжении, изменение длины труб после прогрева, стойкость при постоянном внутреннем давлении при 20 °С (100 часов), 80 °С (165 часов) и 80 °С (1000 часов), а также термостабильность труб при 200 °С.

Относительное удлинение при разрыве и граница текучести при растяжении являются оценочными характеристиками пластичности трубы, а именно - определяют способность трубы реагировать на повышенные нагрузки растяжением, а не ломкостью, трещинами, разрывами. Контроль проводится согласно ГОСТ 11262 на пяти образцах-лопатках. Каждый образец закрепляется в разрывной машине и растягивается до момента его разрыва. Во время проведения данного испытания измеряют показатель механического напряжения (границу текучести при растяжении), при котором образец начал растягиваться. Согласно ДСТУ Б В.2.7-151:2008 этот показатель должен быть не менее 16 МПа для труб из ПЭ 80 и не менее 21 МПа для труб из ПЭ 100. Также при этом испытании измеряют длину образца после растяжения. Согласно ДСТУ Б В.2.7-151:2008 данный показатель для труб из ПЭ 80 и ПЭ 100 должен составлять не менее 350 % от первоначальной длины образца.

Изменение длины труб после прогрева контролируют методом, установленным ГОСТ 27078. Метод заключается в измерении расстояния между метками на поверхности образца трубы до и после его выдержки в жидкой (либо воздушной) среде при заданных температуре (110 °С) и времени (от 60 до 240 мин в зависимости от толщины стенки трубы).

Изменение расстояния между метками после испытания не должно превышать 3 %.

Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 20 °С (100 часов), 80 °С (165 часов) и 80 °С (1000 часов) проверяют в соответствии с ГОСТ 24157. Данные испытания проводятся при более высоких внутреннем давлении и температуре чем эксплуатационные (рабочие) показатели. Целью таких испытаний является проверка возможностей трубы держать рабочее давление длительный срок (согласно ДСТУ Б В.2.7-151:2008 – расчетный срок эксплуатации труб – 50 лет). Для испытания (каждое из испытаний проводится на трех образцах, отобранных из одной партии трубы) образцы с одетыми (либо приваренными) на них заглушками размещают в наполненной водой ванной, оборудованной установкой для достижения заданного давления и термостатирующим устройством для поддержания заданной температуры. Внутри образцы также заполняют водой. Испытание проводят на протяжении установленного нормативом времени при давлении, которое вызывает соответствующее (согласно ДСТУ Б В.2.7-151:2008) начальное напряжение в стенке трубы. Отсутствие на образцах трубы, после проведения испытания, трещин или каких-либо других признаков разрушения свидетельствует о том, что испытание прошло успешно.

Контроль термостабильности труб при 200 °С необходим для проверки достаточной стойкости полиэтиленовой трубы к окислению. Испытание проводится по методике, приведенной в п. 8.9 ДСТУ Б В.2.7-73-98, и заключается в размещении образца (кусочка полиэтиленовой трубы) в камере термического анализатора, построении кривой окислительной термостабильности и определении времени, в течении которого образец выдерживает окисление при температуре 200 °С. Это время должно составлять не менее 20 минут.

Согласно ДСТУ Б В.2.7-151:2008 показатели на относительное удлинение при разрыве и границу текучести при растяжении контролируют на каждой партии трубы (приемо-сдаточные испытания), а показатели

изменения длины труб после прогрева, стойкости при постоянном внутреннем давлении при 20 °С (100 часов), 80 °С (165 часов) и 80 °С (1000 часов), а также термостабильность труб при 200 °С проверяют периодически (периодические испытания) в сроки, установленные п.10.5.2 ДСТУ Б В.2.7-151:2008, но не реже одного раза в два года для каждого диаметра полиэтиленовых труб.

Таблица-1.1

Физико-механических характеристик полиэтиленовых труб для подачи холодной воды

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя для труб из	
		ПЭ 80	ПЭ 100
1	Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	350	350
2	Граница текучести при растяжении, МПа, не менее	16,0	21,0
3	Изменение длины труб после прогрева, %, не более	3	3
4	Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 20 °С, часов, не менее (при начальном напряжении в стенке трубы, МПа):	100 10,0	100 12,4
5	Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 80 °С, часов, не менее (при начальном напряжении в стенке трубы, МПа):	165 4,5	165 5,4
6	Стойкость при постоянном внутреннем давлении при 80 °С, часов, не менее (при начальном напряжении в стенке трубы, МПа):	1000 4,0	1000 5,0
7	Термостабильность труб при 200 °С, минут, не менее	20	20

1.4. Модификация полиэтиленовых композиций

Большинство полимеров обладают традиционным комплексом свойств. Придать им специфические свойства можно с помощью различных методов модификации. Модификации полиэтилена посвящено много работ. В основном полимеры – это прозрачные или в зависимости от степени кристалличности матово-белые бесцветные материалы. В ряде случаев вследствие особенностей химического строения и наличия добавок они окрашены в желтые, красные, коричневые, черные тона. Тем не менее способность окрашиваться в различные цвета является одним из важнейших качеств, которое обусловило широкое применение пластмасс, особенно в быту. Это делает окрашивание необходимой частью технологии переработки полимерных материалов.

Окрашивание пластмассовых изделий может проводиться либо предварительным введением красящих веществ [0,05–2% (масс.)] в полимер, либо окрашиванием поверхности сформованного изделия (к последнему варианту можно отнести различные виды декоративной обработки) [32].

Помимо чисто эстетических соображений при этом необходимо учитывать следующие требования: термостойкость красящих веществ не должна быть ниже, чем у окрашиваемого полимера; химическая стойкость красящих веществ должна обеспечивать эксплуатацию изделий в требуемых условиях; красящие вещества не должны ухудшать свои характеристики при взаимодействии с другими добавками (отвердителями, ускорителями отверждения и т.д.); светостойкость красящих веществ не должна быть ниже, чем у окрашиваемого полимера; они должны хорошо диспергироваться и равномерно распределяться в массе полимера; они не должны мигрировать из массы на поверхность изделия, в том числе в средах органических и неорганических растворителей (этот процесс может привести к необратимому изменению или ослаблению окраски – выцветанию, а также к загрязнению соприкасающихся с такими материалами поверхностей как при

эксплуатации, так и при переработке – плейт-эффект); красящие вещества должны быть нетоксичны и по возможности легкодоступны.

Красящие вещества подразделяют на красители и пигменты.

Красители – это красящие вещества, растворимые в полимерах. Обычно это азо- и антрахиноновые соединения различных цветов. К этой группе также относится распространенный черный краситель – нигрозин. Вследствие хорошей совместимости красителей с полимерами, окрашенные ими пластмассовые изделия имеют прекрасный внешний вид, блестящую поверхность, равномерную интенсивную окраску, сохраняют прозрачность. Однако миграционная способность их велика, они нестойки к действию органических растворителей. Хотя разработаны новые виды красителей с пониженной миграционной способностью, доля их в общем объеме применяемых в переработке пластмасс красящих веществ составляет лишь несколько процентов.

Пигменты – это красящие вещества, нерастворимые в полимерах. Пигменты обладают минимальной миграционной способностью.

Неорганические пигменты – это различные природные и синтетические оксиды и соли металлов. В эту группу входят наиболее термо-, свето-, химически стойкие красящие вещества. Однако при использовании неорганических пигментов требуются наибольшие усилия для их распределения в полимере. В общем объеме применяемых при производстве пластмасс красящих веществ доля этих пигментов составляет около 80%.

К органическим пигментам относятся нерастворимые в полимерах органические вещества, как правило синтетические, со сложной химической структурой: фталоцианиновые, азо-, полициклические, диокси-зиновые пигменты, а также лаки, получаемые осаждением красителей из их водных растворов. Эти красящие вещества лучше диспергируются в полимерах, однако они менее термостабильны, чем неорганические пигменты, выше их миграционная способность.

Несмотря на то что окраска изделия определяется цветом тонкого, в несколько десятых долей миллиметра слоя, наиболее распространенными способами окрашивания полимеров являются способы, связанные с введением красящих веществ в массу полимера. Большой расход красящего вещества в этом случае компенсируется значительно более надежным и устойчивым окрашиванием. Кроме того, объемное окрашивание требует значительно меньшего количества дополнительных технологических операций, чем поверхностное.

Применяют следующие способы введения красящих веществ в полимерный материал: окрашивание в процессе синтеза полимера; сухое окрашивание; окрашивание в расплаве; окрашивание изделия в растворе красящего вещества через поверхность изделия.

Сухое окрашивание. При сухом окрашивании гранулы полимера опудриваются порошками красящего вещества. Сухое окрашивание не имеет самостоятельного значения, а является промежуточной, подготовительной стадией изготовления окрашенных пластмасс и используется с целью повышения равномерности распределения красящего вещества в массе полимера. Сухое смешение проводят в различных смесителях инерционного типа, в тихоходных или скоростных лопастных смесителях. Пигменты рекомендуется подвергать предварительному размолу. При увеличении концентрации красящих веществ в смеси, с целью предотвращения расслоения различных по дисперсности гранул полимера и частиц пигментов, применяются смачиватели (например, вазелиновое масло, полиэтиленовый воск и другие вещества), закрепляющие порошки на поверхности гранул. Количество смачивателей должно быть минимальным в связи с возможностью слипания гранул и ухудшения условий питания перерабатывающих агрегатов и транспортирующей способности шнековых машин.

Окрашивание в расплаве. В этом случае диспергирование и распределение красящих веществ проводится в расплаве полимера под

действием сдвиговых напряжений и деформаций в перерабатывающем оборудовании. Этот способ является наиболее важным в технологии переработки пластмасс.

Основная часть этого процесса включает начальное дозирование компонентов.

Окрашивание изделия через поверхность. Этот способ окрашивания используют при производстве волокон из полимеров. По данной схеме волокна окрашиваются при прохождении ванны, заполненной растворителем, частично растворяющим полимер и содержащим краситель. За время нахождения волокна в ванне молекулы красителя диффундируют в объем волокна, окрашивая его.

Другое направление улучшения внешнего вида пластмассовых изделий связано с нанесением на их поверхность красочных покрытий. Среди способов осуществления этого процесса можно назвать следующие: окрашивание поверхности, печатание, тиснение, аппликация, декалькомания.

С помощью этих способов возможно воспроизведение на поверхностях многокрасочных рисунков, что переводит изделия из пластмасс в разряд декоративных, а иногда и художественных изделий. Кроме того, лакокрасочные покрытия предохраняют поверхность изделий от вредного влияния окружающей среды и повреждений.

Основной проблемой, возникающей при проведении указанных процессов, является создание условий, обеспечивающих прочное адгезионное соединение красочного покрытия с поверхностью пластмассовых изделий. В этом заключаются основные отличия указанных процессов от процессов декоративной обработки других материалов. Помимо способа нанесения влияние на прочность такого покрытия оказывают состав и свойства лакокрасочного материала и свойства поверхности изделия.

Для изделий из полимерных материалов очень важен внешний вид. Одним из основных показателей внешнего вида является окраска изделий. Хорошая окраска увеличивает потребительскую стоимость изделия.

В процессе литья под давлением полимерные материалы окрашивают концентратами красителей (выпускают в виде гранул и крошки) или непосредственно порошкообразными красителями и пигментами.

Для того, чтобы получить хорошо окрашенные литьевые изделия, необходимо правильно организовать все стадии технологического процесса получения изделий: смешение концентрата красителей с основным материалом, подготовку материала к переработке (сушку), пластикацию и формование.

Важно также правильно подобрать марку полимера.

Показателями хорошего окрашивания изделий являются следующие: сохранение цвета в конечном изделии, стабильность цвета – отсутствие разнооттеночности изделий, получаемых в разных циклах (особенно важно при сборке изделий), равномерность окраски, отсутствие цветowych разводов, пятен.

Смешение полимеров с концентратами красителей. Для получения цвета, соответствующего эталону, и обеспечения стабильности цвета изделий, получаемых в разных циклах, следует точно соблюдать рекомендации, регламентирующие процентное содержание концентрата красителей в основной полимере.

Рекомендуемый процент указывается в сертификате качества, паспорте или технических условиях на концентрат.

Уменьшение доли концентрата красителей в основном полимере приводит к получению блеклых, не ярко выраженных тонов.

Смешанный полимер с концентратом красителей следует засыпать в бункер литьевой машины небольшими порциями.

Сушка полимера при подготовке к переработке играет важное значение в достижении требуемого цвета изделий и устранении разводов на их поверхности.

Сушку полимера можно проводить отдельно или вместе с концентратом красителей (предварительно смешав), если требуется сушка концентрата перед переработкой.

Сушка полимера (отдельно или вместе с концентратом красителей) не должна приводить к изменению цвета самого полимера, в частности, к пожелтению. Изменение цвета возможно в результате термической деструкции полимера при сушке.

В случае, если полимер нетермостабилен, требуется сушка полимера под вакуумом при пониженной температуре. Сокращают продолжительность сушки.

Стадия пластикации – наиболее ответственная стадия в обеспечении равномерности окраски изделий.

Окрашивать полимеры концентратами красителей при литье под давлением можно только на литьевых машинах со шнековой пластикацией.

Для получения хорошо окрашенных изделий стадия пластикация должна обеспечить высокую степень смешения полимера с концентратом. Хорошее качество смешения достигается при высокой частоте вращения шнека N (линейной скорости V) и высоком давлении пластикации $R_{пл}$.

Частоту вращения шнека N и давление пластикации $R_{пл}$ нужно устанавливать высокими одновременно. Повышение температуры материала T_p (нагревательных цилиндров) способствует достижению равномерности окраски изделий. Это связано с тем, что с повышением T_p вязкость материала снижается и распределение красителей (пигментов) в окрашиваемом материале облегчается. Чрезмерное увеличение температуры материала может привести к деструкции полимера или красителей. При этом изменяется цвет изделий.

Качество смешения красителей с полимером при пластикации можно оценить по внешнему виду струи, вытекающей при впрыске из сопла (без впрыска её в форму). При хорошем качестве смешения струя равномерно

окрашена, на ней нет разводов. Только при таком качестве смешения достигается равномерное окрашивание изделий в форме.

Процессы формования оказывают влияние на равномерность окраски изделий. Это влияние зависит от конфигурации изделия, конструкции формы и технологических параметров формования.

Выбор марки полимера для окрашивания. Для получения хорошо окрашенных изделий нужно применять натуральные (неокрашенные) марки полимера. Если исходный полимер уже окрашен, например, в белый цвет, то при введении концентратов красителей получается не окрашивание, а так называемое «перекрашивание». При «перекрашивании» изделия получаются блеклыми, не ярко выраженных тонов.

«Перекрашивание» часто является причиной образования такого дефекта как мрамор, когда белые полосы на поверхности изделия чередуются с окрашенными.

Улучшению «перекрашивания» и уменьшению разводов способствует улучшение смешения полимера с концентратами красителей при пластикации. Для этого увеличивают частоту вращения шнека, давление пластикации, повышают температуру материала.

Таким образом анализ литературы показал, что для совершенствования технологии изготовления полиэтиленовых труб, для расширения их ассортимента и улучшения качества рекомендуется:

- использование экструзионного оборудования при переработке;
- изменение конструкции шнека, приводящее к принципиальным улучшениям процесса, за счет внедрения в процесс захватывающей втулки, снабженной пазами. У полимерной массы появляется возможность зацепиться за пазы, что предотвращает ее одновременное вращение со шнеком;
- использование суперконцентратов для придания улучшенного внешнего вида полиэтиленовым трубам и одновременно – расширения ассортимента.

II. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Технологический процесс изготовления труб

Процесс изготовления труб основан на непрерывном выдавливании расплава через кольцевую щель формирующей головки с последующим калиброванием, охлаждением и отводом трубы в соответствующие приемные устройства.[16]

Технологический процесс производства труб напорных полиэтиленовых состоит из следующих стадий:

- подготовка и загрузка сырья;
- подготовка оборудования;
- экструзия трубной заготовки;
- охлаждение труб;
- вытяжка, маркировка и резка трубы;
- кондиционирование, упаковка и транспортирование.

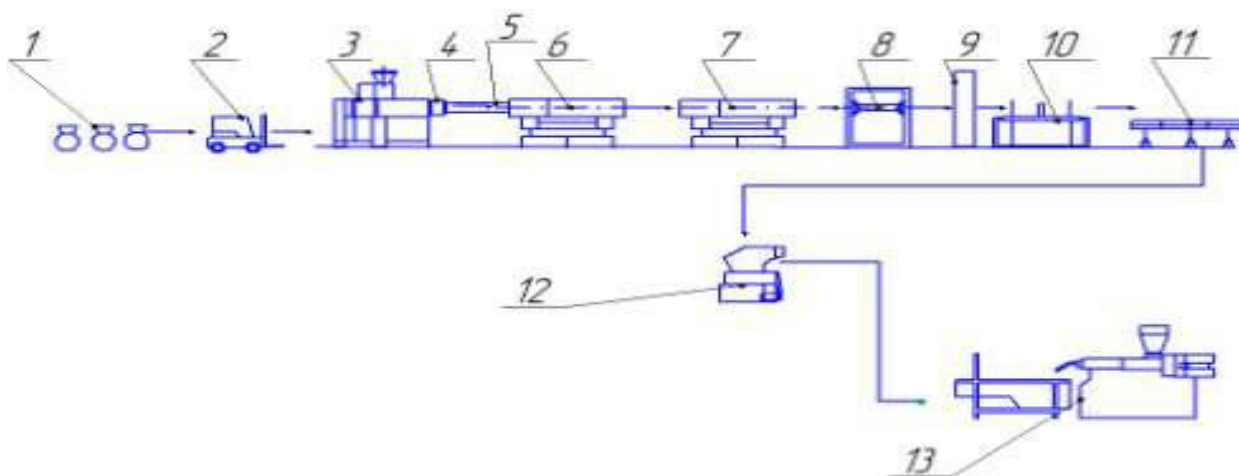


Рисунок-2.1 Технологическая схема производства полимерных труб из термопластов:

- 1 – склад с полипропиленом; 2 – транспортировка; 3 – экструдер; 4 – головка трубная; 5 – калибр; 6 – ванна охлаждения вакуум-водяная; 7 – ванна охлаждения водяная; 8 – машина тянущая; 9 – устройство для маркировки труб; 10 – машина для резки труб; 11 – оборудование приемное; 12 – измельчитель; 13 – гранулятор

Подготовка и загрузка сырья. Для производства партии труб подбирается полипропилен одной марки. Гранулированный полипропилен со склада сырья напольным транспортом перевозится к загрузочному бункеру экструзионной установки, затем вручную загружается в бункер. Из бункера полипропилен поступает в воронку экструдера. Равномерное дозирование материала из бункера обеспечивает хорошее качество экструдата.

При уплотнении материала в межвитковом пространстве шнека вытесненный воздух выходит обратно через бункер. Если удаление воздуха будет неполным, то он останется в расплаве и после формования образует в изделии полости. Это является браком изделий.

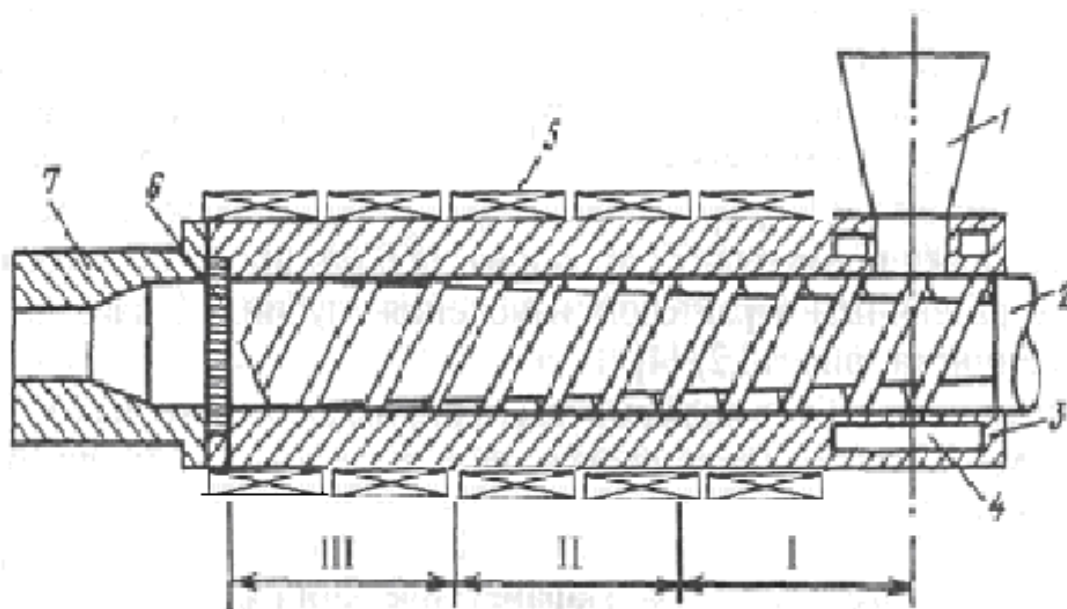


Рисунок-2.2 – Схема одношнекового экструдера

- 1 – бункер; 2 – шнек; 3 – цилиндр; 4 – полость для циркуляции воды;
 5 – нагреватель; 6 – решетка с сетками; 7 – формующая головка;
 I – зона загрузки, II – зона пластикации, III – зона дозирования.

Деление шнека на зоны осуществляется по технологическому признаку, и название зоны указывает на то, какую операцию в основном выполняет данный участок шнека. Для обеспечения успешного перемешивания материала большое значение имеют условия продвижения

твёрдого материала из загрузочного бункера и заполнение межвиткового пространства, находящегося под воронкой бункера.

Питание шнека зависит от формы частиц сырья и их плотности. При длительной работе экструдера возможен перегрев цилиндра под воронкой бункера и самого бункера. В этом случае гранулы начнут слипаться и прекратится их подача на шнек. Для предотвращения перегрева этой части цилиндра в нем делаются полости для циркуляции охлаждающей воды.

Подготовка оборудования. Материальный цилиндр экструдера имеет 5 зон обогрева, формующая головка - 5 зон обогрева (таблица 2.1). Нагрев осуществляется с помощью ленточных электронагревателей.

Таблица-2.1

Температуры в зонах обогрева при разных показателях текучести

Зоны цилиндра и головки	Показатель текучести расплава, г \ 10 мин.		
	0,24 -0,9	0,9-1,5	1,6-2,5
	Температура, С		
1	170-200	160-190	150-180
2	180-200	170-190	160-190
3	180-200	180-200	170-200
4	180-200	180-200	180-200
5	180-200	170-200	170-190

Загрузочная зона охлаждается водой. Перед началом экструзии включается обогрев зон цилиндра и головки. Температурный режим зон устанавливается в зависимости от свойств перерабатываемого полипропилена.

После достижения заданных температур экструдер выдерживается на данном режиме в течение - 45 минут; открывается подача воды на охлаждение загрузочной зоны цилиндра и калибратора, открывается вода на вакуум - насос.

Разогретая установка запускается с частотой вращения шнеков от 8 с последующим постепенным увеличением частоты вращения. При этом необходимо обращать внимание на показания приборов, указывающих нагрузку на двигатель экструдера и приборов регулирования температуры расплава по зонам цилиндра и головки.

Экструзия трубной заготовки. Поступающие из бункера гранулы полипропилена захватываются шнеками и продвигаются по цилиндру, заполняют межвитковое пространство шнека и уплотняются. Уплотнение и сжатие гранул происходит, как правило, за счет уменьшения глубины нарезки шнека. Продвижение гранул осуществляется вследствие разности значений силы трения полимера о внутреннюю поверхность корпуса цилиндра и о поверхность шнека. Поскольку поверхность контакта полимера с поверхностью шнека больше, чем с поверхностью цилиндра, необходимо уменьшить коэффициент трения полимера о шнек, так как в противном случае материал перестанет двигаться вдоль оси шнека, а начнет вращаться вместе с ним. Это достигается повышением температуры стенки цилиндра (нагревом) и понижением температуры шнека (охлаждением водой).

Вследствие большого внешнего и внутреннего трения выделяется тепло, которое также расходуется на нагрев материала. В эту же зону подается тепло от нагревателей, расположенных по периметру цилиндра. Иногда количество выделяющегося при внутреннем трении тепла может быть достаточным для плавления полимера, и тогда нагреватели отключают. Этот режим называется адиабатическим. В подавляющем большинстве случаев процессы по этому принципу не строятся [17].

Если температура цилиндра такова, что начинается преждевременное плавление полимера у его стенки, то материал будет проскальзывать по этой поверхности, т. е. вращаться вместе со шнеком. Поступательное движение материала прекращается. При оптимальной температуре полимер спрессован, уплотнен и образует в межвитковом пространстве твердую пробку. Свойства

пробки во многом определяют производительность машины, стабильность транспортировки полимера, величину максимального давления и т. д.

Далее происходит под плавление полимера, примыкающего к поверхности цилиндра. Расплав постепенно накапливается и воздействует на убывающую по ширине пробку. Поскольку глубина нарезки шнека уменьшается по мере продвижения материала, то возникающее давление заставляет пробку плотно прижиматься к горячей стенке цилиндра, где и происходит плавление полимера.

В зоне пластикации пробка плавится также и под действием тепла, выделяющегося вследствие внутреннего, вязкого трения в материале в тонком слое расплава, где происходят интенсивные сдвиговые деформации, — материал пластицируется. Последнее обстоятельство приводит к выраженному смесительному эффекту. Расплав интенсивно гомогенизируется, а составляющие композиционного материала перемешиваются.

Далее расплав полимера с остатками твердых частиц попадает в зону дозирования. Уменьшающаяся глубина нарезки шнека создает давление, которое необходимо для продавливания расплава через фильтрующие сетки, подачи его в головку, уплотнения и в итоге — для выхода сформованного изделия.

Основной подъем давления расплава происходит при образовании пробки. Наличие этой пробки и создает основной вклад в повышение давления расплава. Запасенное на выходе из цилиндра давление расходуется на преодоление сопротивления сеток, течения расплава в каналах головки и формования изделия.

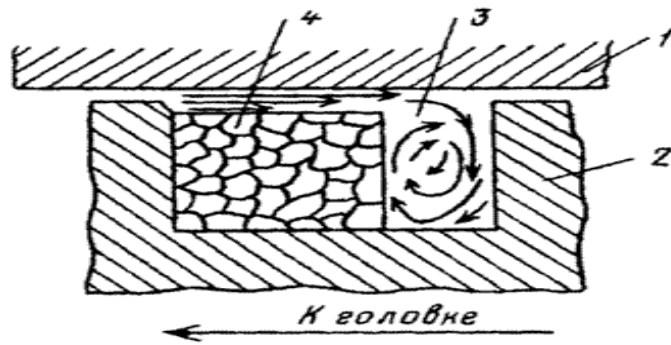


Рисунок – 2.3 - Схема плавления пробки материала в зоне II в межвитковом сечении шнека:

- 1— стенки цилиндра; 2 — гребень шнека; 3 — потоки расплава полимера;
4 — спрессованный твердый полимер (пробка) в экструдере

Продвижение гетерогенного материала (расплав, частички твердого полимера) продолжает сопровождаться выделением внутреннего тепла, которое является результатом интенсивных сдвиговых деформаций в полимере. Расплавленная масса продолжает гомогенизироваться, что проявляется в окончательном плавлении остатков твердого полимера, усреднении вязкости и температуры расплавленной части. В межвитковом пространстве расплав имеет ряд потоков, основными из которых являются продольный и циркуляционный. Величина продольного (вдоль оси шнека) потока определяет производительность экструдера, а циркуляционного — качество гомогенности полимера или смешения компонентов. В свою очередь продольный поток складывается из трех потоков расплава: прямого, обратного и потока утечек.

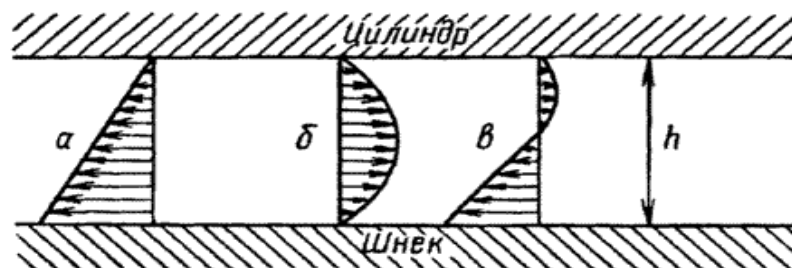


Рисунок -2.4 - Эпюры скоростей расплава:

а- прямой поток; б- обратный поток; в- результирующий поток; h- расстояние между движущейся (шнек) и неподвижной (цилиндр) поверхностями

На рисунке 2.4 показаны эпюры распределения скоростей прямого (а), обратного (б) и результирующего (в) потоков расплава в межвитковом пространстве шнека. Если бы не было сопротивлений потока (например, при отсутствии сеток и головки), то распределение скоростей V результирующего потока изобразилось бы рис. 4, а, у поверхности шнека $V = \max$, у неподвижной поверхности цилиндра $V = 0$. Это имело бы место в случае отсутствия сопротивления течению расплава. При наличии сеток, оснастки, трения о поверхность цилиндра и шнека создается обратный поток, или противоток. Результирующий поток, изображенный на рис. 4, б, представляет собой сложение эпюр. При отсутствии сопротивления расплава (сняты головка, сетки) давление P чуть больше атмосферного; при максимальном сопротивлении (заглушка вместо головки) P максимально, а величины прямого и обратного потоков равны. Часть материала перетекает в направлении противотока в зазор между гребнем шнека и поверхностью цилиндра.[17]

Расплавленный полиэтилен через дроссельную решетку и сетку поступает в формующую головку. Основной внутренней деталью, которой является дорн (пневмокалибратор). В дорне имеется продольный канал для подачи воздуха внутрь экструдированной трубы, что предотвращает ее сплющивание и для калибровки внутреннего диаметра трубы. Подача воздуха в головку от 0 до 3 атм.

Калибрование труб. Принцип калибровки трубы – вакуумный, по наружному диаметру. Устройство для вакуумного калибрования по наружному диаметру располагается в передней части ванны и представляет собой латунный цилиндр с центральным отверстием заданного диаметра трубы и с поперечными прорезями по всей длине. Калибратор интенсивно охлаждается при помощи форсунок, из которых подается под давлением

вода. Ванна калибрации и охлаждения соединяется с вакуум-насосом и ввиду того, что на входе и выходе установлены резиновые манжеты, в ее полости создается разрежение. Благодаря наличию поперечных прорезей в калибраторе отрицательное давление в полости ванны распирает трубу и прижимает ее к внутренней поверхности калибрующей насадки. Разрежение в камере контролируется вакуумметром. Далее труба проходит через диафрагму калибратора в охлаждающую ванну, в которой также поддерживается разрежение, т. к. полость ванны через патрубок соединена с вакуум-насосом и интенсивно охлаждается с помощью форсунок.

Охлаждение труб. После выхода расплава из пневмокалибратора открывается охлаждение у торца калибратора и в ванне создается вакуум 0 - 0,85 атм. Выходящая из головки трубная заготовка поступает в охлаждающую вакуум ванну, затем во вторую охлаждающую ванну.

Охлаждение труб необходимо для придания им окончательной твердости и прочности. По торцам ванны имеются отверстия для входа и выхода трубы. Эти отверстия имеют резиновые манжеты, плотно прилегающие к скользящей поверхности движущейся трубы.

Манжеты не пропускают воду наружу из ванны. Внутри ванны помещаются ролики, которые поддерживают трубу.

Поскольку труба движется в горизонтальном направлении, то создаются неравномерные температурные поля по верху и по низу трубы. Чтобы исключить это, в ваннах обеспечивается интенсивное перемешивание жидкости, для чего устанавливаются разбрызгивающие форсунки вокруг трубы. Интенсивное перемешивание необходимо также для удаления пузырьков воздуха, оседающих на поверхности трубы и нарушающих теплообмен. В противном случае поверхность становится дефектной (с оспинами).

Температура охлаждающей воды обычно выбирается в зависимости от полимера, а также с учетом требований, предъявляемых к трубам. При очень низкой температуре поверхностные слои имеют аморфную или

мелкокристаллическую структуру, а во внутренних слоях возникают кристаллические образования больших размеров. Для выравнивания структуры применяют охлаждение по зонам, с различной температурой или двухстороннее охлаждение. В некоторых случаях для этого внутрь трубы подают водно-воздушную смесь или охлажденный воздух.

Трубы хорошего качества получаются, если температура расплава на внутренней поверхности после выхода из ванны понижается до температуры плавления или текучести. Поэтому необходимо обеспечивать определенную скорость отвода трубы тянущим устройством. Если отвод трубы чрезмерно ускорить, расплав на внутренней поверхности срезается плавающей пробкой и гладкость трубы нарушается. Высокая температура на внутренней поверхности после охлаждения приводит к увеличению размеров кристаллических структур и ухудшению качества труб, возможна также деформация труб при сжатии их треками тянущего устройства.

Вытяжка, маркировка и резка труб. Тянувший узел состоит из двух тянущих гусеничных транспортеров, обеспечивающих нужную скорость протягивания трубы (м/мин). Прижим осуществляется пневматически.

По ходу движения трубы обычно устанавливают устройство для измерения ее длины и маркировки.

На трубы должна наноситься маркировка с интервалом не более 1 м, которая содержит наименование или товарный знак предприятия-изготовителя, условное обозначение изделия, дату изготовления.

Допускается маркировка трубы наружным диаметром до 16 мм ярлыком.

Допускается дополнительная маркировка в соответствии с рабочими чертежами.

Каждую единицу упакованной продукции снабжают ярлыком с нанесением на упаковку транспортной маркировки по ГОСТ 14192, содержащей следующую информацию:

- наименование предприятия-изготовителя;

- условное обозначение изделия;
- номер партии и дату изготовления;
- количество изделий в упаковке.

Трубы большого диаметра с помощью режущего устройства разрезаются на отрезки определенной длины и упаковываются в виде связанного пучка. При изготовлении труб, а также перед их упаковкой периодически проводится визуальный осмотр, измерение основных размеров (диаметра, толщины стенки) и испытание на соответствие ГОСТам. На современных агрегатах диаметр трубы и толщина стенки измеряются автоматически приборами.

Фрезерная резка изменяется на дисковую, тем самым уменьшается расход материала. Резка трубы происходит при ее движении.

В устройстве для резки используется мотор с керамическим ротором, который имеет такую же намагниченность, что и роторы из кобальтовой стали, но намного меньшую инерцию. Нож устанавливается непосредственно на валу электродвигателя. Когда поступает сигнал на резку, ротор разгоняется примерно до 2000 об/мин на первой трети стадии вращения, после чего на полной скорости проходит вторую треть стадии, в течение которой происходит отрезание трубы, и на последней трети периода резания выступает в качестве сервопривода, отводя нож на исходную позицию. В результате получается простое, изящное, универсальное режущее устройство.

Если требуется большое число резов в минуту, режущее устройство может работать в режиме «маховика». Современная цифровая синхронизация дает возможность добиться точной синхронизации (с нулевой ошибкой синхронизации в устойчивом режиме) частоты вращения двух и более двигателей. Это означает, что вместо того, чтобы работать по команде, держатель ножа синхронизируется со скоростью тянущего устройства, т. е. нож оказывается в положении резания именно в тот момент, когда и требуется. Эта система позволяет добиться до 3000 резов в минуту.

Кондиционирование и упаковка. Отрезанная труба, нажимая при движении на концевой выключатель, приводит в действие сбрасывающее устройство, состоящего из приемного лотка, электромагнита и противовесов. Приемный лоток с помощью электромагнита сбрасывает трубы в лоток для кондиционирования готовых труб. Трубы кондиционируются в течение 24 часов и формируются в транспортные пакеты при помощи стяжек.

2.2. Описание устройства и принципа действия основного и вспомогательного оборудования

Как отмечалось выше, полиэтилен можно перерабатывать методами экструзии и литья. В данном дипломном проекте предлагается изготавливать полиэтиленовые трубы методом экструзии.

Экструзия – это изготовление из гранулированного, порошкообразного или зернистого полимера бесконечного формованного профилированного изделия.

В экструзионной установке наиболее значимым элементом является сам экструдер, называемый также шнековым прессом.

Принцип работы экструдера состоит в том, что в нагреваемом материальном цилиндре вращается шнек, который уплотняет, расплавляет и гомогенизирует полимерную массу, а затем выдавливает ее сквозь выходное отверстие формующей головки. Сам по себе экструдер еще не является машиной для переработки полимеров, а представляет собой лишь пластицирующее устройство.

Экструдер, укомплектованный формующей головкой, устройствами калибровки, охлаждения, отвода и намотки – это технологическая установка для переработки полимеров.

Наряду с одношнековыми машинами также используются и многошнековые экструдеры.

Из многошнековых машин для переработки порошкообразных полимеров особое значение приобрел двухшнековый экструдер.

Экструзии поддаются все термопласты. Единственное ограничивающее условие – все подлежащие переработке полимеры в состоянии плавления должны обладать высокой степенью вязкости. Это необходимо для того, чтобы выходящий из формующей головки расплав не растекался, а сохранял на короткое время приданную ему форму. Высокая вязкость расплава достигается либо высокой степенью полимеризации, либо введением в полимер определенных добавок. Из всех термопластов экструзией чаще других перерабатывается ПВХ, за ним следуют ПЭ и ПП. При изготовлении труб для обогрева полов все большее значение приобретает сшитый ПЭ, в котором образование поперечных химических связей достигается использованием пероксида. Как правило, доля порошковых добавок (вспенивающий агент или пероксид) в полимере составляет от 0,5 до 5%.

Основным элементом экструзионной производственной линии является экструдер. Одношнековый экструдер состоит из материального цилиндра с размещенным в нем шнеком, электродвигателя, загрузочного бункера и редуктора (рис. 2.5).

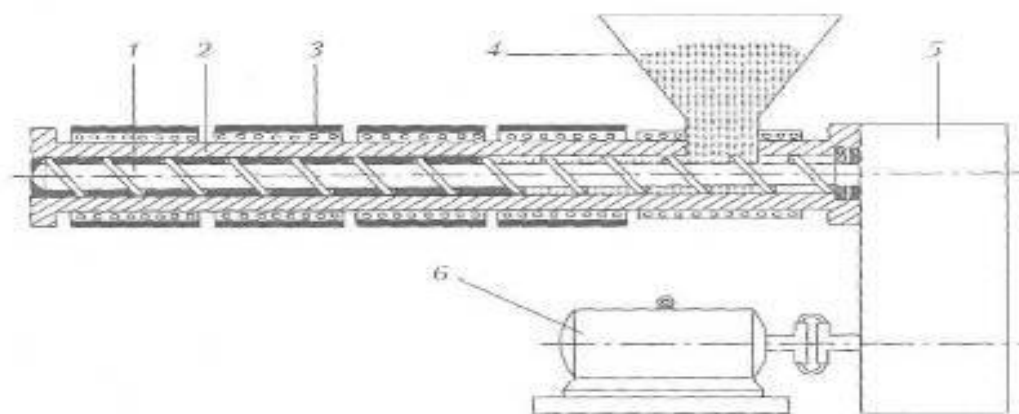


Рисунок - 2.5 - Схематическое изображение экструдера:

- 1 – шнек; 2 – материальный цилиндр; 3 – нагреватели;
- 4 – загрузочный бункер; 5 – редуктор; 6 – двигатель

На цилиндре устанавливаются несколько кольцевых нагревателей (от 4 до 6), каждый из которых регулируется индивидуально. Как правило, в каждой зоне нагрева смонтировано охлаждающее устройство, что повышает точность регулировки температуры. Для предотвращения преждевременного

оплавления полимерной массы зона цилиндра, находящаяся в непосредственной близости от загрузочного отверстия, в процессе работы экструдера постоянно охлаждается.

Назначение экструдера состоит в перемещении, уплотнении, пластикации и гомогенизации полимерной массы, направляемой в формующую головку.

Все эти технологические процессы происходят внутри материального цилиндра. Именно поэтому шнек разделен на несколько зон (рис. 1.2). Разделение шнека на зоны следует из ставящихся перед экструдером задач.

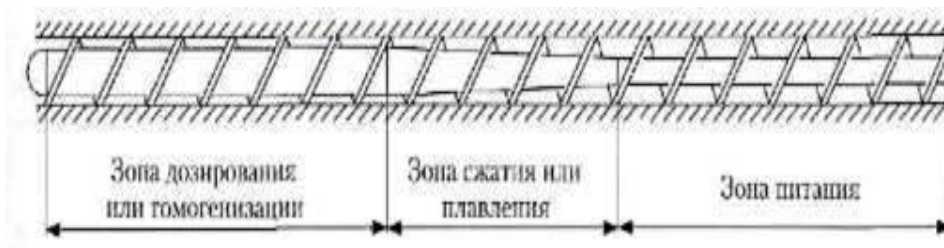


Рисунок - 2.6 - Разделение шнека на три стадии технологического

В одношнековом экструдере движение материала в зоне питания происходит за счет сил трения между полимерной массой, стенкой цилиндра и шнеком. В этом случае действительна следующая формулировка: «Чем меньше коэффициент трения между шнеком и полимером, и чем выше коэффициент трения между стенкой материального цилиндра и полимером, тем лучше проходит процесс движения материала».

Поскольку соотношения сил трения в гладком цилиндре и в канале шнека не является чрезмерно высокими, то и добиться оптимальной подачи материала не представляется возможным.

Экструзионные линии.

В состав экструзионной линии входят: экструдер, формующая головка, калибровочное, охлаждающее, приемное, наматывающее оборудование, а также оборудование, используемое для разделительной резки.

Нередко в экструзионной линии используются и другие установки, например, приборы для измерения толщины стенок, маркировочные устройства (для тиснения на трубах необходимой информации),

штамповочное оборудование или устройства формовки трубопроводных муфт.

Кроме того, в состав линии можно включить устройства для приема изделий, например, вакуумные всасывающие рукава для приемки листов, качающиеся желоба (лотки) для труб и штабелирующее устройство.

Экструзионная линия для изготовления труб и профилей состоит из экструдера, трубной экструзионной головки, калибровочного устройства, участка охлаждения, гусеничного или роликового тянущего устройства, устройства для разделительной резки и качающегося желоба.

Для экструзии профилей и труб используется пластифицированный и непластифицированный ПВХ, ПЭ, ПП, ПА, ПС, ПММА.

Для переработки гранулята применяется одношнековый экструдер, а для переработки порошкового ПВХ – двухшнековый.

Кроме того, тип экструдера, как и все остальные составляющие экструзионной линии, зависит от вида погонажного изделия.

При изготовлении труб малого и среднего диаметра используются вакуумные калибровочные устройства, тогда как трубы большого диаметра могут быть изготовлены только с использованием калибровки сжатым воздухом с пробкой.

В качестве охлаждающих участков при изготовлении труб, как правило, выступают водяные бани или камеры с несколькими распределенными по периметру трубы водяными душами.

Маркировка трубы выполняется после охлаждения изделия. Она осуществляется тиснением или оттиском и предполагает нанесение фирменного (товарного) знака, обозначение размера, номинального давления или знака качества. Затем гусеничное приемное устройство захватывает трубу и передает на качающийся желоб (лоток). При изготовлении труб большого диаметра приемное устройство оснащено большим количеством «гусениц» (до 12), которые равномерно распределяются по всему диаметру трубы.

За приемным устройством следует устройство разделительной резки. Изготовление профилей из жестких полимерных материалов схоже с изготовлением труб малого диаметра. Поскольку толщина стенок труб, как правило, невелика, достаточно использовать устройство вакуумной калибровки с водяным охлаждением [16].

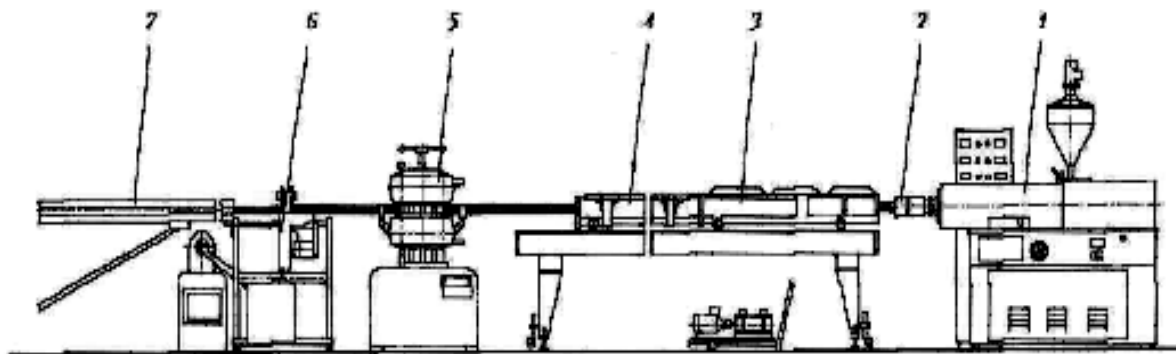


Рисунок – 2.7 - Экструзионная установка для производства труб.

- 1 – экструдер; 2 – экструзионная головка; 3 – калибровочное устройство; 4 – водяная баня; 5 – тянущее устройство; 6 – разделительная пила; 7 – качающийся желоб

В некоторых областях (например, в производстве профилей оконных рам) высокая конкуренция заставляет производителей искать пути повышения производительности. Один из путей – замена стандартного калибровочного участка несколькими последовательными калибровочными узлами, длина которых составляет от 600 до 700 мм. Часто в таких случаях водяная баня заменяется охлаждающим туннелем, внутри которого размещены несколько вентиляционных (воздушных) щелей. В зависимости от чувствительности профилей звенья цепи гусеничного приемного устройства покрываются резиной или пенорезиной. Сплошные профили калибруются за счет непосредственно прилегающих к экструзионной головке термостатируемых калибровочных насадок.

Для гофрированных труб из непластифицированного ПВХ или рифленых труб со шлицами необходимы особые калибровочные устройства.

Горячий полимерный рукав, выходящий из удлиненной формующей головки попадает непосредственно в калибровочное устройство, которое в данном случае играет роль тянущего устройства.

Для этого используется непрерывно движущаяся пара цепей, которые изготовлены из стали и оснащены формовочными сегментами, рифлеными с внутренней стороны. Формовка гофрированных труб может осуществляться как при помощи сжатого воздуха, подаваемого через отверстия в оболочке сегментов, и заглушки, так и посредством вакуума.

Шлицы в рифленых трубах прodelываются вращающимися вокруг изделия фрезерными дисками после его выхода из калибровочного устройства.

Изделия из вспененных полимеров с плотной наружной поверхностью (так называемые интегральные пенопласты) при равном количестве используемого сырья и материалов обладают повышенным моментом сопротивления. В производстве изделий из вспененного материала методом экструзии это является преимуществом [16].

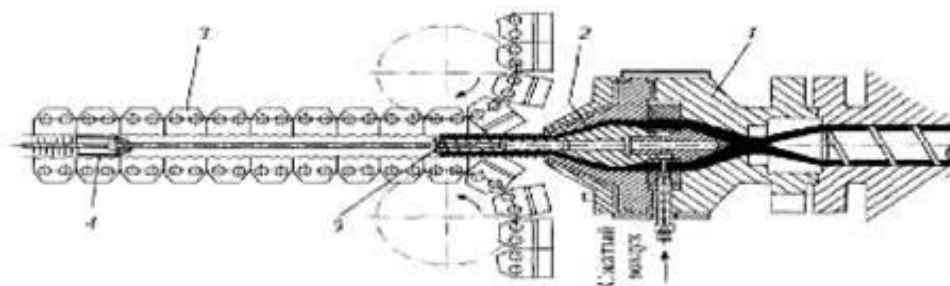


Рисунок – 2.8 - Наружная калибровка гофрированной трубы с использованием сжатого воздуха и формовочных цепей:

- 1 – экструзионная головка; 2 – формующая щель; 3 – формовочная цепь;
4 – уплотнительная пробка; 5 – выход сжатого воздуха

Возможность изготовления профилей и труб из вспененных полимеров требует некоторого преобразования экструзионной головки и калибровочного оборудования.

Техническая характеристика основного технологического оборудования.

1. Сушилка гранул СГ-100 предназначена для автоматической загрузки, подогрева и подсушки гранул термопластов при непрерывных процессах их дальнейшей переработки. Технические характеристики:

Производительность, кг/час, не более 100

Температура нагрева воздуха, °С 50 – 60

Емкость бункера устройства нагрева, м³, не менее 0,1

Емкость бункера загрузчика, м³, не менее 0,15

Высота подачи материала, м, не более 6

Мощность нагревателей, кВт 6,0

Габаритные размеры бункера загрузчика, мм, не более 950'600'905

Масса, кг, не более 250

2. Загрузочное устройство ЗГВ–500 предназначено для автоматической загрузки гранул термопласта в бункер экструдера. Технические характеристики:

Производительность, кг/час, не более 500

Емкость бункера, м³, не менее 0,15

Высота подачи материала, м, не более 6

Мощность агрегата воздуховсасывающего, кВт 0,66

Габаритные размеры бункера, мм, не более 950'600'905

Масса, кг, не более 84

3. Экструдер. Технические характеристики:

Диаметр червяка, мм 125

Отношение рабочей длины червяка и его диаметра 25

Производительность пресса по ПЭ кг/час, не более 500

Число обогреваемых зон корпуса 4

Частота вращения червяка, об/мин 12–117

Общая мощность электронагревателей, кВт 35

Габаритные размеры, мм 4660'3700'1800

Масса, кг 4400.

4. Охлаждающая ванна:

температура воды 20–50°C,

расход циркуляционной воды 40 м³/час.

Таблица-2.2

Характеристика основного оборудования приведена

Наименование оборудования	Обозначение документа	Назначение	Краткая техническая характеристика
1	2	3	4
1. Линия для производства труб ЛТ63х30-25/63-2М в которую входят:	Паспорт 5935-40	Для производства труб из гранулированного Полиэтилена номинальным наружным диаметром 25-160 мм	Габаритные размеры, мм: Длина - 36000±500 Ширина - 2965±100 Высота - 2730±100 Масса, кг: 9000±500
-пресс червячный ЧП 63х30 (экструдер)		Для непрерывной переработки гранулированного полиэтилена в однородный расплав и равномерного выдавливания его через формующую головку	Габаритные размеры, мм: 1000х3400х1600
-головка трубная		Для формования	Максимальная

ГТ 25-63		заготовок труб из полиэтилена	температура нагрева-250°С Максимальное
- ванна охлаждения вакуум-водяная		Для охлаждения труб из полиэтилена при вакуумном калибровании	Габаритные размеры, мм: 6350x240x1100
-ванна охлаждения водяная (2 шт)		Для охлаждения труб	Габаритные размеры, мм: 4330x240x1100
-машина тянущая		Для протягивания изготавливаемых труб через калибрующий инструмент, ванны охлаждения	Нормативный диаметр протягивания труб- 25-63 мм
-устройство маркирующее		Для нанесения маркировки на трубы методом тиснения	Габаритные размеры, мм: 700x800x1000
-устройство приемное		Для приема труб	Габаритные размеры, мм: 7500x740x1100
-устройство		Для резки труб	
-бункер		Для загрузки гранулированного полиэтилена	Вместимость- 625кг

2. Линия для производства труб ЛТ125-75/160 (2шт), в которую входят:	Паспорт 24019 ПС	Для производства труб из гранулированного Полиэтилена номинальными диаметрами 75-160 мм	Габаритные размеры, мм: -длина 39000+200 -ширина 3700+50 -высота 2900+50 Масса, кг-11600
-пресс червячный ЧШ25-25 (экструдер)	Паспорт 24 015-00	Для непрерывной переработки гранулированного полиэтилена в однородный расплав и равномерного выдавливания его через формующую головку	Масса, кг-4400 Габаритные размеры, мм: 1050x3700x1800
-головка	Чертеж	Для фильтрации расплава и формования заготовок труб Ф75-160 мм с различной толщиной стенок	Масса, кг-620 Габаритные размеры, мм: 1090x910x1280
-ванна охлаждения вакуум-водяная		Для охлаждения труб в режиме вакуумного калибрования	Масса, кг -910 Габаритные размеры, мм: 6320x820x1250
-ванна охлаждения водяная (2 шт)		Для охлаждения труб	Масса, кг-770 Габаритные размеры, мм: 6320x820x1250

-машина тянущая		Для протягивания труб с заданной скоростью	Масса, кг -2400 Габаритные размеры, мм: 3065x1844x2200 Масса, кг-268
-сушилка СГ-300	Паспорт	Для нагрева гранулированного полиэтилена и удаления влаги из него	Габаритные размеры, мм: 3065x1844x2200
-устройство маркирующее		Для нанесения маркировки на трубы методом тиснения	Наружный диаметр маркируемых труб 75-160 мм
-машина для резки труб		Для резки труб	Масса, кг-540 Габаритные размеры, мм: 2675x920x1600
-устройство приемное		Для приема труб	Масса, кг-260 Габаритные размеры, мм: 6250x740x1000
-бункер		Для загрузки гранулированного полиэтилена	Ф110-625 кг Ф160-750кг

Таблица-2.3

Характеристика вспомогательного оборудования приведена

Наименование оборудования	Обозначение документа	Назначение	Краткая техническая характеристика
---------------------------	-----------------------	------------	------------------------------------

1.Рампа	Чертеж «Размещение оборудования		Габаритные размеры, мм:
2.Кран подвесной электрический однобалочный-3	Паспорт на кран типа НКМ-201	Для перемещения, погрузки пакетов труб и перевоза	Грузоподъемность, 1-2 тонны 2-3тонны 3-5тонн
3.Кондуктор		Для пакетирования труб	
4.Ручной инструмент для обтяжки стальной		Для обтяжки и крепления пакета труб	
5.Стропы гибкие, мягкие		Для подъема полиэтиленовых труб	

2.3. Материальные расчеты производства полиэтиленовых труб

III. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Общие требования по охране труда

1. К самостоятельной работе на экструдере при производстве полиэтиленовой пленки допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую профессиональную подготовку.
2. Прошедшие в установленном порядке медицинский осмотр, вводный инструктаж и первичный инструктаж на рабочем месте по охране труда, обучение безопасным методам и приемам работы.
3. Прошедшие стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда в объеме квалификационных требований (далее - работник).
4. Работник обязан выполнять требования правил внутреннего трудового распорядка, выполнять требования охраны труда и личной гигиены.
5. Выполнять только ту работу, которая ему поручена, безопасные способы выполнения которой ему известны.
6. Знать технологический процесс экструзии материалов, знать устройство и принцип работы оборудования, схему электропитания агрегата, правила настройки механизмов на заданные параметры, знать требования, предъявляемые к качеству выпускаемой продукции.
7. Использовать и правильно применять средства индивидуальной защиты (далее - СИЗ).

Таблица-3.1

Работник обеспечивается СИЗ по установленным нормам:

Костюм хлопчатобумажный (халат хлопчатобумажный)	ЗМи	12
Головной убор		12
Ботинки кожаные	Ми	12
Перчатки трикотажные	Ми	До износа

Работнику при необходимости могут бесплатно выдаваться для защиты:

- глаз от воздействия пыли, твердых частиц, лучей лазера - защитные очки или лицевые щитки;

- органов слуха от воздействия шума - наушники или вкладыши противозумные;
- органов дыхания от воздействия пыли, дыма, паров и газов - респираторы.

8. Соблюдать технологию производства работ, применять способы, обеспечивающие безопасность труда.

9. Выполнять требования пожарной безопасности, знать сигналы оповещения при пожаре, порядок действия при пожаре, места расположения первичных средств пожаротушения и уметь ими пользоваться.

10. В процессе работы на работника могут воздействовать следующие вредные и опасные производственные факторы:

- движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования;
- повышенное значение напряжения в электрической цепи;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- недостаточная освещенность рабочей зоны;
- острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхности сырья, инструментов, оборудования;
- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- повышенные уровни шума и вибрации;
- химические вещества.

11. Работник, не выполняющий требования по охране труда, привлекается к ответственности в порядке, установленном законодательством Республики Узбекистан.

Требования по охране труда перед началом работы

12. Перед началом работы работник обязан проверить исправность СИЗ, необходимых для выполнения работы. Надеть чистую спецодежду, застегнуть ее на все пуговицы, надеть специальную обувь. Волосы убрать под головной убор.

13. Проверить исправность оборудования, в случае наличия неисправностей принять меры к их устранению.
14. Проверить наличие и прочность крепления ограждений, чистоту и порядок на рабочем месте.
15. Осмотреть состояние электрооборудования экструдера и надежность заземляющего устройства. В случае обнаружения неисправностей обратиться за их устранением к электротехническому персоналу.
16. Проверить исправность системы подачи воздуха.
17. Обо всех недостатках и неисправностях, обнаруженных на рабочем месте, работник обязан немедленно сообщить руководителю работ и до устранения неполадок к работе не приступать.

Требования по охране труда при выполнении работы

18. При выполнении работы работник обязан осуществлять контроль за режимом работы оборудования (температура, давление), натяжкой приводных ремней, работой средств автоматизации и блокировки, производить своевременную смазку подшипников, очистку магнитной защиты.
19. Следить за состоянием контрольно-измерительных приборов (манометров), установленных в пневматической линии компрессоров.
20. Запрещается разливание воды и масел в зоне работы экструдера.
21. Производить смену фильтра специальным приспособлением - съемником.
22. Очищать головку экструдера от некондиционной пленки необходимо латунным ножом.
23. Не допускать попадания рук на режущий узел при заправке пленки через валы режущего узла.
24. Запрещается касаться руками головки экструдера при заправке пленки на валы в охлаждающей ванне, работающих валов при заправке пленки, а также во время работы.
25. Устранять повреждения и производить ремонт оборудования только при полном снятии напряжения с оборудования.

26.Работнику запрещается:

- проталкивать смесь руками в приемную воронку экструдера;
- производить пуск экструдера с забитой продуктом винтовой частью;
- прочищать отверстие выходной втулки при работающем экструдере;
- производить разборку винтовой части при температуре выше 90°С без термостойких рукавиц.

27.Экструдеры должны быть оснащены устройствами местной вентиляции для удаления пыли и газообразных продуктов из рабочей зоны.

28.Головки экструдеров должны иметь надежную теплоизоляцию наружных поверхностей.

29.Места возможных выбросов расплавленного материала должны быть оборудованы защитными экранами.

30.Загрузка полимерных материалов в бункеры экструдеров должна осуществляться механическими устройствами.

31.Приводные валы, редукторы, муфты, приводящие в движение шлюзовые затворы, должны быть надежно ограждены.

32.Опробование вращения крыльчатки шлюзового затвора должно производиться от руки за конец вала, вращение крыльчатки за лопасти запрещается.

33.При завале шнека или попадании в него постороннего предмета изъятие предмета или ликвидацию завала можно производить только при полной остановке машины.

Требования по охране труда по окончании работы

34.По окончании работы необходимо отключить используемое оборудование.

35.Произвести уборку рабочего места.

36.Снять СИЗ, поместить их в место хранения.

37.Выполнить правила личной гигиены.

38.Сообщить руководителю работ обо всех неисправностях, замеченных во время работы, и о ее завершении

Требования по охране труда в аварийных ситуациях

39. В случае возникновения аварийной ситуации следует немедленно отключить используемое оборудование.

40. Прекратить все работы, не связанные с ликвидацией аварии, принять меры по оказанию первой (доврачебной) помощи потерпевшим, принять меры по предотвращению развития аварийной ситуации и воздействия травмирующих факторов на других лиц, обеспечить вывод людей из опасной зоны, если есть опасность для их здоровья и жизни.

41. Сообщить о случившемся руководителю работ.

42. Работу можно возобновить только после устранения причин, приведших к аварийной ситуации.

43. При пожаре вызвать подразделение по чрезвычайным ситуациям по телефону 101, сообщить о происшедшем руководителю работ, принять меры по тушению пожара имеющимися средствами пожаротушения. Применение воды и пенных огнетушителей для тушения находящегося под напряжением электрооборудования недопустимо. Для этих целей используются углекислотные и порошковые огнетушители.

44. При несчастном случае на производстве необходимо принять меры по предотвращению воздействия на потерпевшего травмирующих факторов, оказать потерпевшему первую (доврачебную) помощь.

IV. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В процессе производства полиэтиленовых труб образуются полиэтиленовые отходы, которые делятся на 2 группы: безвозвратные и возвратные.

Возвратные отходы полиэтилена образуются при запуске и наладке линии, при контроле качества труб, регулировке технологических параметров. Возвратные отходы собираются и сдаются на склад для дальнейшей переработки и использования в производстве.

Невозвратные отходы полиэтилена образуются при приеме, хранении, транспортировке и растаривании сырья, включая потери в виде летучих при экструзии, сушке и пыли при резке. Количество и место образования отходов указано в разделе 5 «Материальный баланс».

Разрешение на размещение отходов № 37/395-г получено 01.07.2000.

При температурах, превышающих температуру плавления полиэтилена, возможны выделения оксида углерода, формальдегида, уксусной кислоты, альдегидов. Проект нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ) разработан на основании инвентаризации источников выбросов вредных веществ в атмосферу. Действующих источников выбросов вредных веществ на предприятии-4. В атмосферу выбрасываются загрязняющие вещества 5 наименований общим количеством -1,4227 т/год,
из них: 2 класс опасности-0,0264 т/год (1 вещество)
3 класс опасности-0,8707 т/год (2 вещества)
4 класс опасности-0,5247 т/год (1 вещество)
вещества, не имеющие класса опасности-0,0009т/год (1 вещество)

Переработка пластмасс на предприятиях химической промышленности сопровождается газообразными выбросами, образованием в значительных количествах твердых отходов, пыли и сточных вод, которые загрязняют окружающую природу. Поэтому очистка газообразных выбросов от вредных

газов и сточных вод от вредных веществ, утилизация отходов являются важной народнохозяйственной проблемой.

При организации производства изделий из пластмасс необходимо принимать эффективные меры для уменьшения количества выделяющихся веществ - продуктов деструкции. Это, в частности, снижение температуры переработки полимерных материалов, что достигается добавлением в них нетоксичных пластификаторов, микродобавок, существенно снижающих вязкость расплавов полимеров.

Очистку воздуха от внешних частиц осуществляют механическими пылеулавливателями, микрофильтрами. Основная часть выделяющихся газообразных вредностей улавливается механическими отсосами, остальные растворяются системами обще обменной вентиляции. Вредности, улавливаемые системами вытяжной вентиляции, направляются на очистные установки или рассеиваются атмосфере.

Жидкие отходы производства отсутствуют. После промывания дробленых полиэтиленовых отходов вода проходит стадию очистки, и затем снова используется в производстве. Вода, расходуемая на технологические нужды, направляется непосредственно в канализацию [30].

Технологические процессы очистка сточных вод (ОСВ) разрабатываются в зависимости от концентрации загрязнений. Для определенных типов загрязнителей применяется своя группа методов ОСВ. Используя классификацию по фазовому состоянию веществ в растворе, можно сгруппировать методы обработки стоков. Чтобы правильно подобрать оборудование для ОСВ, необходимо знать характер их загрязнений. Выделяют три типа загрязнений, которые могут присутствовать в сточных водах:

Минеральные загрязнения: к этому типу загрязнений относят все типы примесей, которые имеют неорганическое происхождение. Это могут быть частицы грунта, различные соли и другие неорганические химические соединения.

Органические: к органическим примесям относят стоки, в составе которых присутствуют остатки растительного и животного происхождения. К этой же группе примесей относят загрязнения, в состав которых входят различные органические химические соединения, в том числе и полимерные.

Биологическое: к разряду биологических загрязнений относят содержание в стоках различных микроорганизмов, для которых сточная вода является питательной средой [33].

Существуют два основных пути ОСВ: разбавление СВ и очистка их от загрязнений. Разбавление представляет собой санитарную меру, которая не ликвидирует воздействия сточных вод, а лишь ослабляет его на локальном участке водоема. Основной путь ОСВ от загрязнений на ОС: это разрушение или удаление из них загрязняющих веществ, обеззараживание и удаление патогенных организмов. В зависимости от того, извлекаются ли компоненты загрязняющих веществ из сточных вод, все методы очистки можно разделить на регенеративные и деструктивные. Деструктивные методы очистки промышленных стоков, предусматривающие разрушение вредных примесей или перевод их в нетоксичные продукты и регенеративные основанные на извлечение и утилизации примесей из сточных вод. Часто применяются комбинированные методы, использующие на нескольких этапах различные методы очистки. Применение того или иного метода зависит от концентрации и вредности примесей.

В настоящее время ОСВ текстильного производства, которые можно разделить на следующие основные группы по основным используемым принципам: механические, химические, биологические, физико-химические и т.д. [18].

Методы очистки воды

Использованная вода может очищаться механическим и физико-механическим способами.

Сущность механического метода заключается в том, чтобы из загрязненной воды путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси.

В зависимости от размеров грубодисперсные частицы улавливаются решетками и ситами различных конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, маслоуловителями, смолоуловителями т.п.

Механической очисткой можно достигнуть выделения из промывной воды до 60% нерастворимых примесей.

Физико-химическая очистка состоит в добавлении к сточным водам химических реагентов, вступающих в реакцию с загрязняющими веществами и способствующих выпадению нерастворимых и частично растворимых веществ в осадок. В качестве адсорбентов применяют естественные и искусственные материалы. Естественные - это глины, торф, а искусственные активированные угли. Из физико-химических методов широко применяется очистка воды от загрязнений хлорированием [18].

Физико-химический метод очистки дает возможность уменьшить количество нерастворимых загрязняющих веществ до 95% и растворенных до 25%[31].

V. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Разработан дипломный проект по проектирование технологического линии производства труб с диаметром 160 мм из ПЭ с производительностью 3100 мм/сутки. С помощью проекта было получено наглядное представление о характере течения расплава полиэтилена в форме и по каналам, что позволяет на новом уровне подойти к проектированию головковых форм для производства труб различного назначения из полиэтилен.

2. Технологически процесс дипломного проекта заключается в следующем: расплав полиэтилена, выхода из канала на 70-95%. Затем в форму через специальное сопло, которая «раздувает» расплав, увеличивая тем самым толщину слоя полимера, образовавшегося при его соприкосновении с теплой стенкой формы, и способствуя заполнению конструктивных углублений. После образования трубы удаляется из формы в приемник, пластикатов впрыскивает остаток расплава.

3. Была разработана технологическая схема производства, а также проведен расчет материального баланса производства полиэтиленовых трубы на 3100 мм/сутки. Полученные результаты дипломного проекта дают представление о сложных процессах формирования при изготовлении ответственных трубы хозяйственным промышленности.

4. Разработанная технология позволяет экономить до 40% дорогостоящего полиэтилена за счет уменьшения толщины стенки трубы, сократить цикл изготовления на 25-35%, уменьшить вероятность брака за счет исключения таких видов дефектов, как утюжены, коробления, развитый облей. Кроме того, технология позволяет упростить конструкцию и понизить стоимость формующей оснастки.

5. Годовой экономический эффект от внедрения, предлагаемого дипломного проекта составит: 2095890,4 тыс. сум. Уровень рентабельности проектируемого производства составит: 27,5 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Указ Президента Республики Узбекистан “О стратегии действий по дальнейшему развитию республики Узбекистан” город Ташкент, 2017 год 7 февраль
2. Ш.М.Мирзиёев «Критический анализ, жесткая дисциплина и персональная ответственность должны стать повседневной нормой в деятельности каждого руководителя», Ташкент, «Узбекистан» -2017
3. Ш.М.Мирзиёев “С нашим многонациональным трудолюбивым народом мы вместе построим свободное демократическое и процветающее государство”, Ташкент, ”Узбекистан”- 2017.
4. Ш.М.Мирзиёев “Мы все вместе построим свободное, демократическое и процветающее государство Узбекистан”, Ташкент, “Узбекистан”- 2016.
5. Ш.М.Мирзиёев “Обеспечение верховенства закона и интересов человека - гарантия развития страны и благополучия народа”, Ташкент, “Узбекистан”- 2016.
- 6.И.А. Каримов „Мировой финансово-экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана“, Ташкент, “Узбекистон”-2009 .
7. И.А.Каримов "Узбекистан на пороге достижения независимости". Т.: «Преподаватель», 2012.
8. Андрейцев Д.Ф., Артемьева Т.Е., Вильниц С.А. Технические и экономические проблемы вторичной переработки и использования полимерных материалов. М., 2002. 83 с.
9. Бартенев Г.М. Прочность и механизм разрушения полимеров. М.: Химия, 2004. - 279с.
10. Басов Н.И. Расчет и конструирование оборудования для производства полимерных материалов: Учебник для вузов. М.: Химия, 1986. - 488с.
11. Бобович, Б.Б. Переработка отходов производства и потребления [Текст] / Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин. - М.: наук издат., 2000.

12. Бортников В.Г. Теоретические основы и технология переработки пластических масс: -3-е изд. – М: ИНФРА-М, 2015. – 480 с.
13. Власов С.В. Основы технологии переработки пластмасс: Учебник для вузов. М.; Химия, 1995. - 528с.
14. Гуль В.Е. Основы переработки пластмасс. - М.: Химия, 2005.-400с.
15. ГриффА. Технология экструзии пластмасс. М.: Мир, 2005.-307с.
16. ГОСТ 114441-76. Машины одночервячные для переработки полимерных смесей. Технические условия.
17. Торнер Р.В. Основные процессы переработки полимеров. -М.: Химия, 2002.-456с.
18. Ким В.С. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс. М.: Химия, 2008. -240с.
19. Лукашевич А.С. Вторичные полимерные ресурсы и эффективность их использования // Пластические массы. 2001.- № 2.-С. 15-16.
20. Панов А.К. Разработка конструкции роторного измельчителя для «мягких» полимерных отходов. В сб. научных трудов СФ АН РБ. Серия «Физико-математические и технические науки». Выпуск 2. - Уфа: Гилем, 2001. -С. 196-199.
21. Силин А.И. Тенденции развития пластосмесительного оборудования непрерывного действия. М.: ЦИНТИХИМНЕФТЕМАШ, 2008.-46с.
22. Смирнова Т.Н. Современное оборудование для переработки термопластичных пластмассовых отходов // Химическая промышленность за рубежом. М.: НИИТЭХИМ, 2002. - №6. -С.34-56.
23. Скульский О.И. Разработка методов расчета одно и двухчервячных машин для переработки полимеров и дисперсных систем с учетом гидромеханических, тепловых и ориентационных явлений: Дис...д-ра техн. наук. Пермь, 1991.-307с.
24. Степановских, А.С. Охрана окружающей среды [Текст] / Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ, 1997. - 559 с.

25. Одесс В.И. Вторичные ресурсы: хозяйственный механизм использования. М., 2008. 15 с.
26. Немцев, В.Н. Экономический анализ эффективности промышленного предприятия. - Магнитогорск: МГТУ, 2000. - 208 с.
27. Полоцкий, Л.М. Автоматизация химических процессов [Текст] / Л.М. Полоцкий, Г.И. Лапшенко. - М.: Химия, 2002.
28. Пономарева В.Т., Лихачева Н.Н., Ткачик З. А. Использование пластмассовых отходов за рубежом// Пластические массы. 2002. № 5. С.44- 48.
29. Штарке Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс: Пер. с нем. / Под ред.В.А. Брагинского; Л., 2007. 176 с.
30. Шаховец С.Е. Концепция ресурсосбережения и утилизации шин // Проблемы экологии и ресурсосбережения при переработке и восстановлении шин: Тез.докл. Междунар. науч.-практ. конф. М., 2009.
31. В. П. Володин. Экструзия профильных изделий из термопластов. — СПб.: Профессия, 2005. - 480 с.
32. А.Ф. Николаев. Синтетические полимеры и пластические массы на их основе. М.:Химия, 1966г. -768 с.
33. Изделия из пластмасс. Справочное руководство по выбору, применению и переработки. - М.: НПКП Радиопласт, 1992. -200 с.
34. Э.Фишер. Экструзия пластических масс. М.:Химия, 1970г.
35. Г.В. Сагалаев, В.М.Виноградов, Г.В.Комаров. Основы технологий изделий из пластмасс. Москва-1974г. -358 с.
36. Государственный стандарт РФ. Трубы напорные из термопластов и соединительные детали к ним для систем водоснабжения и отопления. Технические условия ГОСТ Р 52134-2003.Москва 2004 г. =96 с.
37. Государственный стандарт СССР. Полипропилен и сополимеры пропилена. Технические условия ГОСТ 26996-86. Москва 1986 г. -136 с.
38. Бортников В.Г. Производство изделий из пластических масс. Учебное пособие для ВУЗов в 3 томах. Том 2. Технология переработки пластических масс.-Казань: Дом печати, 2002. -399с.

39. Кулезнев В.Н., Гусев В.К. Основы технологии переработки пластмасс.- М.:Химия, 1995. -526 с., илл.
40. Литвинец Ю.И. Основы Материальных расчетов и выбора оборудования для переработки пластических масс экструзией. Метод.указ. к дисциплине «Основы проектирования и оборудование предприятий по переработки полимеров». Екатеринбург: УГЛТА, 2001.47с.
41. ООО «Полипром Кузнецк» [электронный ресурс]// <http://poly-prom.ru/tubeline/ltp60-16-63>
42. Шембель А.С., Антипина О.М. Сборник задач и проблемных ситуаций по технологии переработки пластмасс: Учеб. Пособие для техникумов.-Л.; Химия, 1990.-272 с.: ил.

Интернет-ресурс

- www.chem.msu.su
- www.chemport.ru
- [www. Krugoswet.ru](http://www.Krugoswet.ru)
- www.informeko.ru
- [http/www.nauka.relis.ru](http://www.nauka.relis.ru)
- <http://nplit.ru>
- <http://www.physchem.chimfak.rsu.ru>



