

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

_____ Т.А. Кулагина
подпись инициалы, фамилия

« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Использование отходов ОАО Электрокабель для изготовления
шумопоглощающих конструкций»

Пояснительная записка

Руководитель _____ старший преподаватель Е.Н. Зайцева
подпись, дата

Научный руководитель _____ доктор техн.нау, профессор Т.А. Кулагина
подпись, дата

Выпускник _____ А.А. Панкратьев
подпись, дата

Консультанты по разделам:

Консультант по
нормативно-правовой базе _____ С.В. Комонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Нормоконтроль _____ С.В. Комонов
подпись, дата инициалы, фамилия

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Использование отходов ОАО Электрокабель для изготовления шумопоглощающих конструкций» содержит 75 страниц, включает 10 таблиц, 26 рисунков, 25 литературных источников и 5 листов графического материала.

Ключевые слова: ОТХОДЫ, УПАКОВКА, ПЕРЕРАБОТКА, ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ, ВТОРИЧНОЕ СЫРЬЕ.

Целью работы является изготовление изделия из отхода получаемого в процессе изготовления кабельной продукции.

В результате выполнения ВКР была изучена общая характеристика предприятия, выявлены его основные отходы. Произведен расчет количества отхода.

В качестве мероприятий по переработке отхода во вторичное сырье, была рассмотрена технология и описана линия для переработки. Так же был рассмотрен процесс изготовления готовой продукции из полученного сырья.

В результате предложенного решения мы получаем прибыль от продаж полученного изделия, и экономим на хранении, транспортировке и утилизации отхода.

АННОТАЦИЯ

Бакалаврская работа на тему: «Использование отходов ОАО Электрокабель для изготовления шумопоглощающих конструкций» ВКР выполнена на 75 страницах, включает 10 таблиц, 26 рисунков, 5 графических материалов и 25 литературных источника. Объектом исследования является предприятие ОАО Электрокабель.

Целью работы является изготовление изделия из отхода получаемого в процессе изготовления кабельной продукции

Во введении раскрывается актуальность бакалаврской работы по выбранному направлению, ставится проблема, цель и задачи.

В первой главе даны общие сведения о предприятии.

Во второй главе описано основное производство, в котором образуется отход.

В третьей главе произведен расчет количества отхода получаемого на предприятии.

В четвертой главе описана технология получения вторичного сырья из образовавшегося отхода.

В пятой части рассмотрен вариант изготовления готовой продукция из полученного вторичного сырья.

В результате выполнения бакалаврской работы был рассмотрен технологический процесс производства кабельной продукции, выявлены основные этапы с появлением отхода, предложены мероприятия по его переработке.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1 Общие сведения о предприятии	6
2 Описание технологической цепочки производства	7
2.1 Доставка катанки на прокатный стан	9
2.2 Доставка пластиката для изоляции и оболочки кабеля АВВГ	12
2.3 Изготовление проволоки для токопроводящих жил	14
2.4 Скрутка жил	17
2.5 Наложение изоляции	24
2.6 Скрутка силовых кабелей	41
2.7 Наложение поливинилхлоридных оболочек	42
2.8 Испытания кабельных изделий	48
3 Отходы производства	50
3.1 Образование отхода в виде полиэтилена	50
4 Переработка полиэтилена во вторичное сырье	51
5 Изготовление шумопоглощающих конструкций из полиэтилена	54
5.1. Характеристика готовой продукции	54
5.2. Обоснование выбора сырья	54
5.2.1 Полиэтилен	54
5.2.2 Органические газообразователи (порофоры)	55
5.2.3 Сшивающие агенты	56
5.2.4 Активаторы разложения	57
5.2.5 Описание технологической схемы производства	57
5.2.6 Виды брака и способы его устранения	60
6 Нормативно-правовая база	62
Заключение	69
Список использованных источников	70

ВВЕДЕНИЕ

В процессе существования общество непрерывно создает вокруг себя много отходов. С увеличением потребностей соответственно растет количество бытовых отходов.

Отходы – это группа веществ, ставшая непригодной для дальнейшего применения в современных технологиях, или после бытового использования продукции.

При нерегулируемой утилизации отходов они загрязняют окружающую среду, а так же становятся источником вредных химических, биологических и биохимических веществ, проникающих в биосферу. Из-за этого страдает качество жизни населения.

Решение проблемы переработки и утилизации отходов стало за последнее время актуальным вопросом.

Постоянно ухудшающаяся экологическая обстановка порождает необходимость создания предельно возможных безвредных технологий и безопасную утилизацию отходов.

Мировая экономика не обходится без переработки ресурсов и создания необходимых человеку вещей. Но в реальности каждое промышленное предприятие производит отходы. И как следствие отходы становятся огромной проблемой в современном мире. Газообразные выбросы собираются в ядовитые облака и выпадают кислотными дождями, от сточных вод избавляются в обход очистных сооружений, а твердые отходы живые земли превращают в ядовитые пустыни.

Поэтому в современном обществе очень актуально разрабатывать технологии по переработке отходов, которые могут использоваться как вторичное сырье: полиэтилен, стружка металла, щепки (опилки), использованная бумага и т.д.

1 Общие сведения о предприятии

Предприятие ОАО «Электрокабель» расположено в городе Электроугли, Московской области, место расположения представлено на рисунке 1. На предприятии работает около 500 человек. Предприятие выпускает практически весь спектр кабелей в пластиковой изоляции. Предприятие современное и оснащено европейским оборудованием. На заводе постоянно ведутся работы по модернизации технологий, оборудования и инструмента, осваиваются новые виды изделий. Имеет 8 производственных линий, которые обеспечивают широкий спектр выпускаемой продукции. Предприятие работает круглосуточно. Рядом расположено металлургическое предприятие.

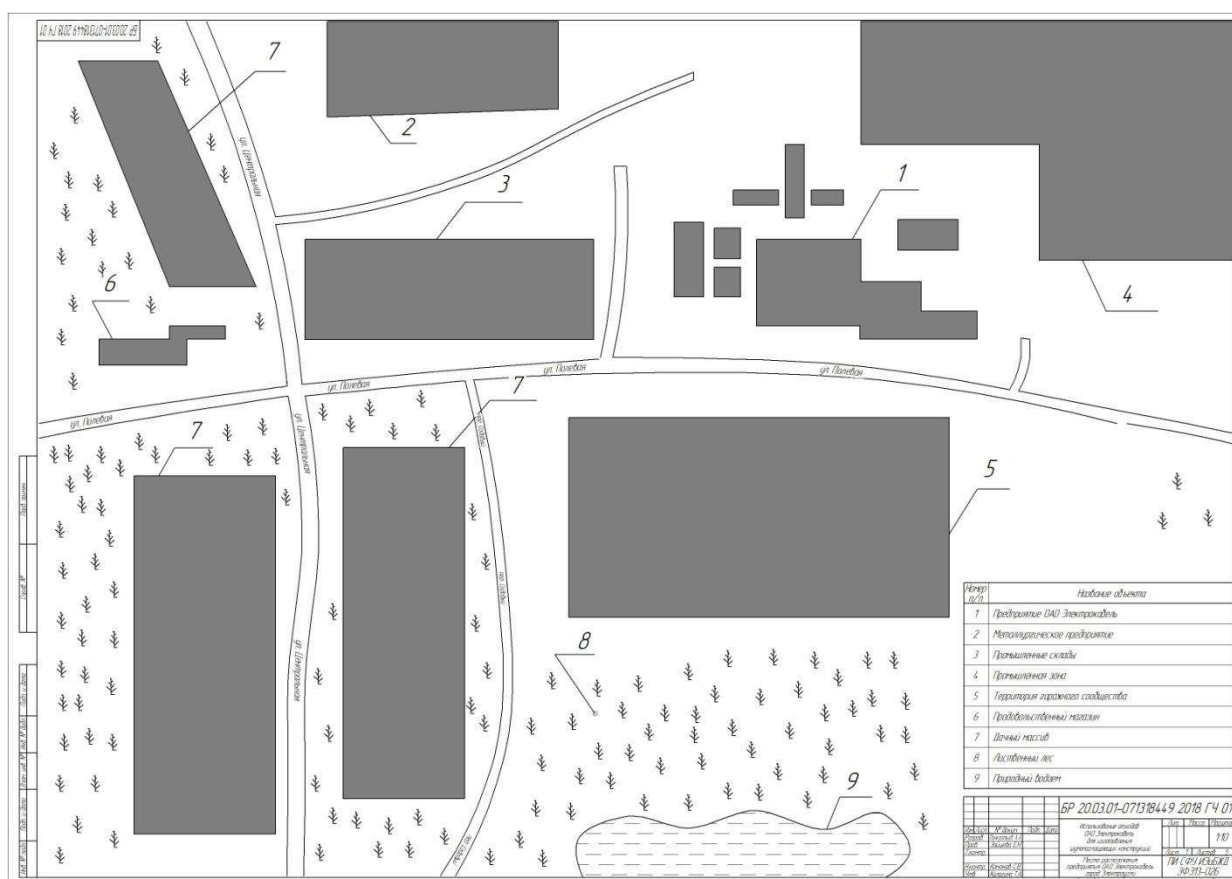


Рисунок 1 – Место расположения предприятия ОАО Электрокабель

2 Описание технологической цепочки производства

Кабельные изделия обычно делают длинными, поэтому многие процессы по изготовлению осуществляются при их перекрутке с отдающего на приемное устройство. На постоянно движущуюся заготовку накладывают слои изоляции, оболочки, защитные слои или производят другие технологические операции.

Провода и кабели производят в несколько технологических этапов, а устройством для перевозки изделий служит катушка или барабан.

Множество видов кабелей и проводов и применение современных изоляционных материалов потребовали модернизации целого комплекса технологических процессов для их производства. В кабельной промышленности укоренилась традиция проектирования и создания заводов по технологическому принципу, когда специфика определяется материалами и вариантами их переработки в кабельные изделия (например, цех по изготовлению кабелей и проводов с разными видами изоляции). В то же время существуют технологические операции, где изготовление кабелей и проводов не зависит от материала изоляции.

Изготовление кабелей или проводов делится на несколько основных этапов: изготовление проволоки для токопроводящих жил; скрутка жилы (не для всех кабелей); наложение изоляции, оболочки и защитных слоев. А так же, для изготовления кабелей с двумя и более жилами существует технология скрутки изолированных жил в кабель.

В ходе изучения общих процессов изготовления кабелей и проводов необходимо брать во внимание комплекс вспомогательных технологических операций, которые организованы не на всех кабельных заводах. А именно: производство резиновых смесей, варка пропитывающей массы для силовых кабелей с бумажной изоляцией; волочение медной и алюминиевой проволоки; варка компаундов для защитных покровов. Схема процессов изготовления кабельных изделий, приведена на рисунке 2.

При изготовлении отдельных видов изделий из-за конструктивных особенностей некоторые технологических операций не используются. Такие как: неизолированные провода требуют только скрутки токопроводящих жил, для многожильных кабелей не применяют скрутку изолированных жил, а для кабелей связи с бумажной изоляцией не применяют пропитку.

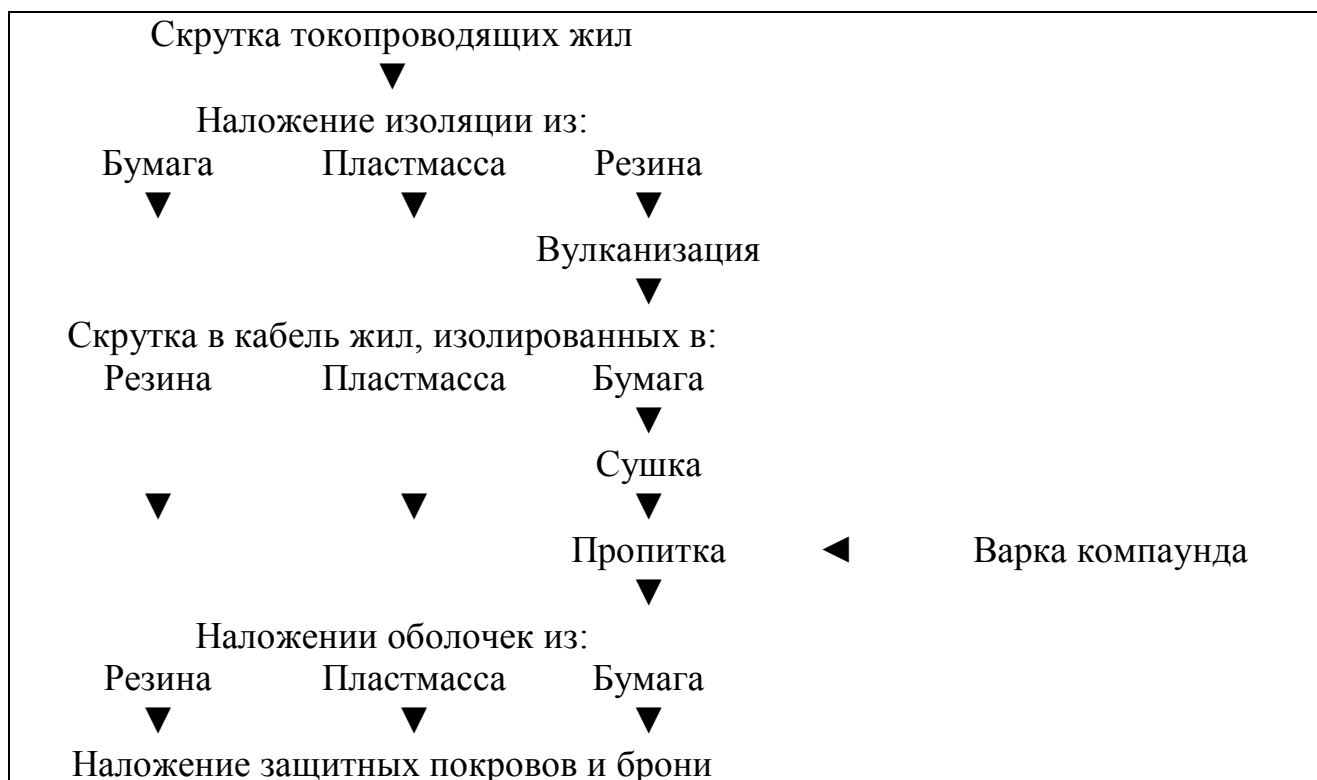


Рисунок 2 - Схема технологических процессов изготовления кабельных изделий

В последнее время для увеличения производительности совмещают несколько технологических процессов в единый цикл. Создание непрерывных автоматических линий комплексно влияет на производительность, снижает трудоемкость и повышает качество продукции.

В кабельной промышленности не редко применяют редкие и дорогие материалы, из которых производят изделия высокой надежности с большим сроком службы. Кабели и провода относятся к неремонтируемым изделиям, их

срок службы существенно превышает срок службы других электротехнических изделий.

Для улучшения технологии разрабатывают и внедряют типовые технологические процессы, многие из которых регламентируют отраслевыми стандартами, обязательными для всех кабельных предприятий.

Так как кабель с изоляцией и оболочкой из ПВХ пластиката, то к этой марке применяется несколько другой вид технологических процессов, чем представлен на рисунке 2. Схема технологических процессов изготовления кабеля представлена на рисунке 3.

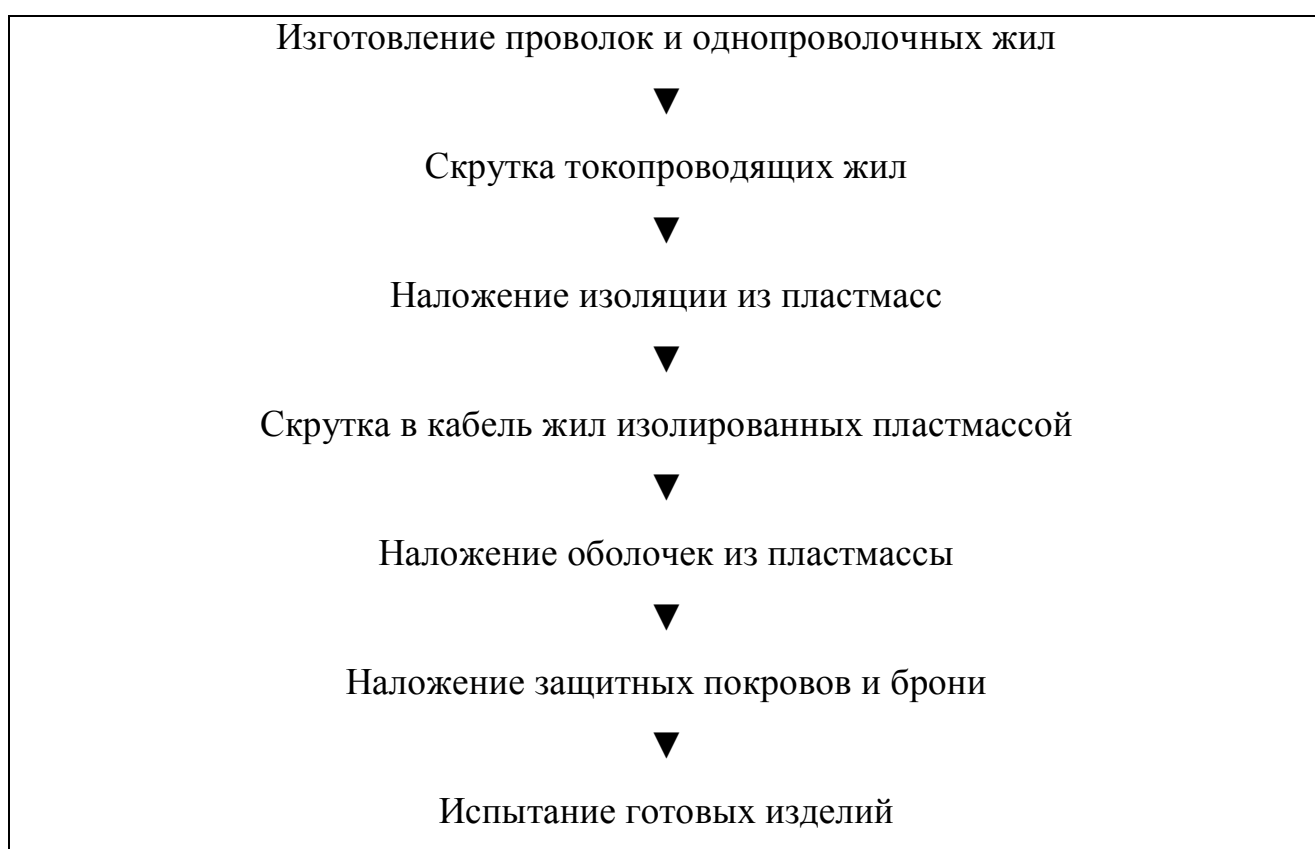


Рисунок 3 - Схема технологических процессов изготовления кабеля

2.1 Доставка катанки на прокатный стан

Доставка катанки на прокатный стан проходит в несколько этапов.

1 этап: Транспортирование катанки проводится в крытых железнодорожных вагонах повагонными отправками. Крытый грузовой вагон

используется для перевозки грузов, требующих защиты от атмосферных осадков. Кузов вагона представляет собой конструкцию, состоящую из рамы с полом, 4-х стен и крыши. Погрузка и выгрузка в универсальных крытых вагонах осуществляется через двери, расположенные в боковых стенах.

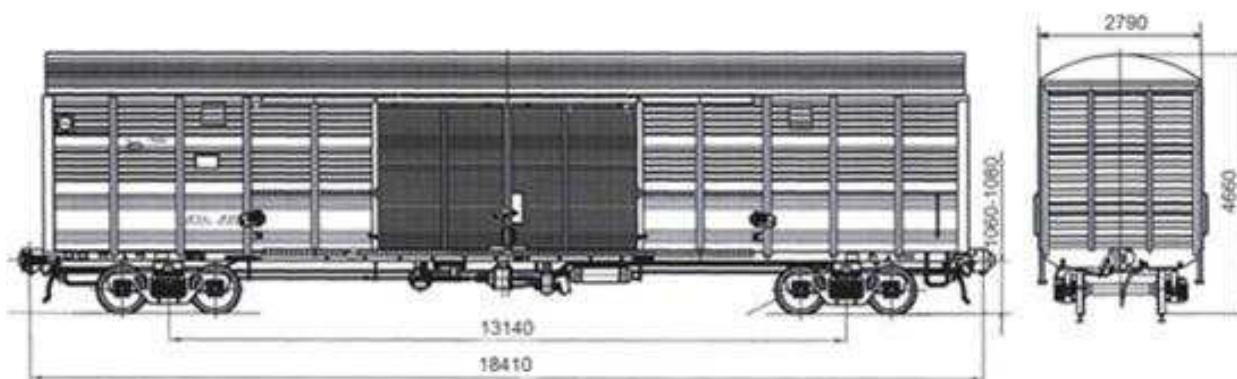
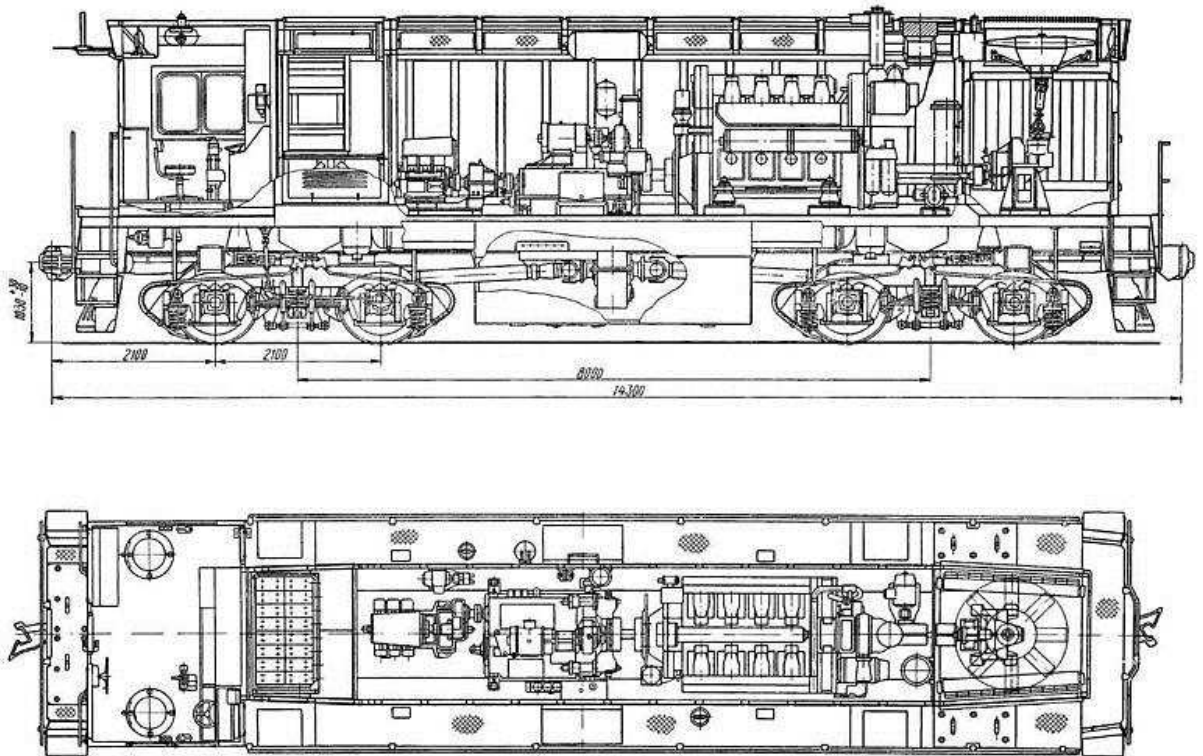


Рисунок 4 – Крытый вагон, модель 11-1807-01

Таблица 1 - Основные технические характеристики вагона

№ п/п	Наименование показателя	Значение показателя
1	Грузоподъемность, тонн	66,7
2	Масса тары вагона, тонн	27,5
3	Размеры вагона внутренние (длина / ширина / высота), мм	17680 / 2790 / 2820
4	Объем кузова внутренний, м ³	158
5	Размеры дверного проема (ширина / высота), мм	3973 / 2717
6	База вагона, мм	13140
7	Длина, мм : - по осям сцепления автосцепок	18410
8	Ширина максимальная, мм	2790
9	Высота от уровня головок рельсов, мм: - максимальная - до уровня пола - до оси автосцепки	4660 1286 1060-1080
10	Количество осей, шт	4

По прибытию вагона на завод его к складу тащит маневровый тепловоз типа ТЭМ 2, представленный на рисунке 5.



Фиг. 43. Общий вид тепловоза ТГМ6

Рисунок 5 – Тепловоз, модель ТГМ6

Таблица 2 – Основные характеристики тепловоза ТГМ6

Тип дизеля	7-6Д49 (обозначение по ГОСТ - 8ЧН26/26) восьмицилиндровый, с V-образным расположением цилиндров. Номинальная частота вращения - 950 об/мин.
Мощность дизеля, л.с. (кВт)	1200 (882)
Запас топлива, кг	5400

2 этап : После того как вагон доставили на склад, разгрузку бухт катанки производят погрузчиком Heli модель CPCD15 представленную на рисунке 6.



Рисунок 6 – погрузчик Heli модель CPCD15

Таблица 3 – Основные характеристики погрузчик Heli модель CPCD15

Грузоподъемность, кг / ц.т., мм	1500
Ширина машины, мм	1070
Длина машины без виЛ, мм	2245
Высота машины по ограждению, мм	2070
Внешний радиус поворота, мм	1955
Тип двигателя, мощность кВт	Дизель, 35
Производитель	Isuzu

Им же везут бухту на склад, а затем катанку готовят для волочения в нужную нам проволоку.

2.2 Доставка пластиката для изоляции и оболочки кабеля АВВГ

Транспортировка пластиката производится в плотных полиэтиленовых мешках с картонной подложкой. Как правило масса мешка составляет 25 кг, разложенных на деревянных поддонах. До склада завода доставляется автотранспортом типа КамАЗ-65116 - седельный тягач, выпускаемый Камским автомобильным заводом (КамАЗ).

Технические характеристики КамАЗ-65116 :

Эксплуатационная масса: 36 850,00 кг

Эксплуатационная мощность: 191,00 кВт

Скорость: 100,00 км/ч

Длина: 6 075,00 мм

Ширина: 2 043,00 мм

Высота: 2 990,00 мм

Модель двигателя: КамАЗ-740.30-260, v8, EURO 2

Колеса: 11.00 R20/22,5

Нагрузка на переднюю ось: 5 400,00 кг

Нагрузка на заднюю ось: 17 450,00 кг

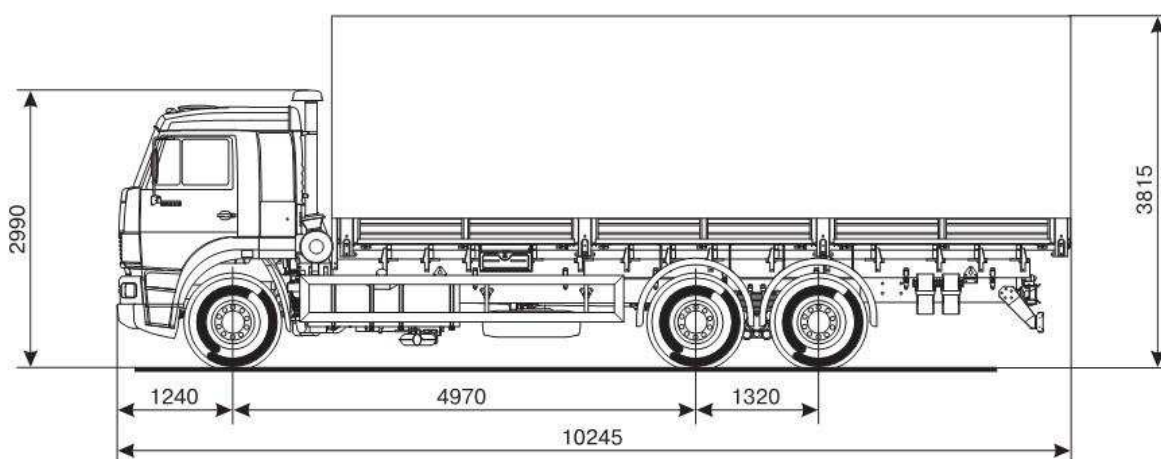


Рисунок 7 - КамАЗ-65116

После того как КамАЗ привез пластикат к складу, его разгружают с помощью погрузчика до 1,5 тонн Heli модель CPCD15, представленным на рисунке 6.

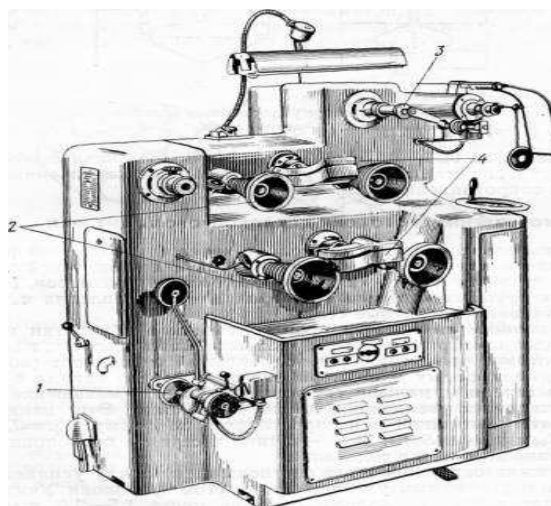
Пластикат хранится в своей упаковке на крытом сухом складе до того, как будет необходим в производстве.

2.3 Изготовление проволоки для токопроводящих жил

На предприятиях по изготовлению кабелей и проводов проволоки круглой и фасонной формы получают волочением катанки или подтяжкой проволоки крупного сечения. На некоторых заводах для получения катанки применяют прокатные станы.

Волочение - это процесс низкотемпературной обработки катанки давлением, при котором обрабатываемая проволока или другая заготовка проходит через волоку и принимает форму и размер ее внутреннего канала с поперечным сечением меньше сечения заготовки. Уменьшение сечения влечет увеличение длины проволоки.

Вытяжка лимитируется соотношением между усилием волочения и разрывным усилием протянутой проволоки. Принимая во внимание, что запас прочности должен быть не менее 1,5 – 2,0 вытяжка может быть не более 1,3 - 5. Таким образом, для получения тонкой проволоки заготовка должна быть многократно протянута через волоки.



1, 3 – отдающая и приемная катушки, 2 – ступенчатые тяговые устройства, 4 - волокодержатели.

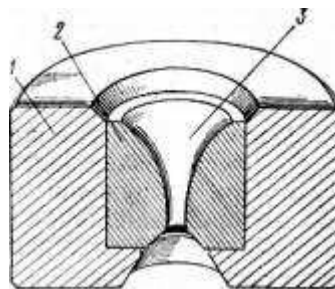
Рисунок 8 - Машина многократного волочения

Поэтому при производстве кабельных изделий как правило используют установки многократного волочения со скольжением (рисунок 8), имеющие

несколько волокодержателей со ступенчатыми тяговыми барабанами, которые обеспечивают одновременную обработку во всех волокнах.

За счет проскальзывания и трения проволоки о вращающийся барабан создается необходимое усилие волочения; при этом скорости вращения поверхностей барабанов превышают линейную скорость волочения.

Устройства со скольжением создают скорость волочения до 40 м/с и более, к тому же, их легче эксплуатировать, чем машины без скольжения.



1 - оправа, 2 - алмазная вставка, 3 - канал в алмазной вставке

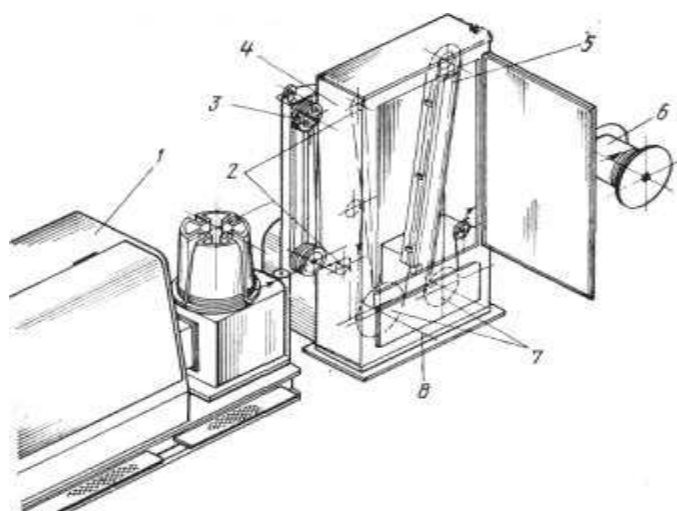
Рисунок 9 - Волока

Подобранная форма канала 3 волокни (рисунок 9) определяет качество проволоки.

В процессе волочения канал стирается и изменяет свою форму, и как следствие приводит к выпуску проволоки овального сечения и увеличенного размера. Для продления срока службы волокни к ней добавляют вставку из твердых сплавов или алмаза.

При волочении происходит нагартовка, которая снижает электропроводность проволоки. Плюс ко всему при волочении изменяются пластические свойства металла: он упрочняется (наклепывается), зерна металла измельчаются в направлении волочения, то есть образуется текстура.

Для снятия «наклепа» и получения мягкой проволоки, металла нагревают до определенной температуры, с выдержкой времени и охлаждают до комнатной температуры.



1 – волочильная машина, 2, 7 – поворотные и контактные ролики, 3 - компенсатор, 4 – шкаф, 5 – камера отжига, 6 – приемный барабан, 8 - охлаждающий бак с водой

Рисунок 10 - Схема установки совмещенного волочения и отжига

При этом металл снова становится пластичным. Термическая обработка металла, при которой ему возвращаются первоначальные свойства, называется отжигом. Температура и длительность отжига зависят от свойств и размеров проволоки.

На кабельных заводах все шире используют совмещение волочения и отжига на аппаратах, состоящих из волочильной машины и специальной приставки отжига (рисунок 10).

После прохождения через последнюю волоку и тяговый барабан волочильной машины 1 проволока проходит через компенсатор 3 на контактные ролики 7, которые подают к проволоке электрический ток, нагревающий ее до температуры отжига.

Приставка отжига состоит из двух зон: в первой зоне проволока нагревается до 140–175°C. Нагрев проводится на открытом воздухе, из-за того, что при такой температуре нет интенсивного окисления. Во второй зоне проволока нагревается до 455–560°C и происходит отжиг. Для предотвращения окисления нагрев проволоки проводят в паровой среде. Проволока, находясь в трубе, проходит между двумя контактными роликами, нижний из которых опущен в бак с водой. Направленное к контактными роликам напряжение

переменного тока (50– 70 В) нагревает проволоку до нужной температуры. При опускании нагретой проволоки в воду образуется пар, который заполняет трубу, вытесняя из нее воздух. Для предотвращения потерь теплоты внутренний стакан с водой делают небольшого объема.

Охлаждение проволоки происходит в баке с водой, а сушат ее обдувом теплым воздухом. Температура отжига неизменна, автоматически регулирует силу тока. Эта система удобна при наложении полиэтиленовой изоляции на автоматических поточных линиях.

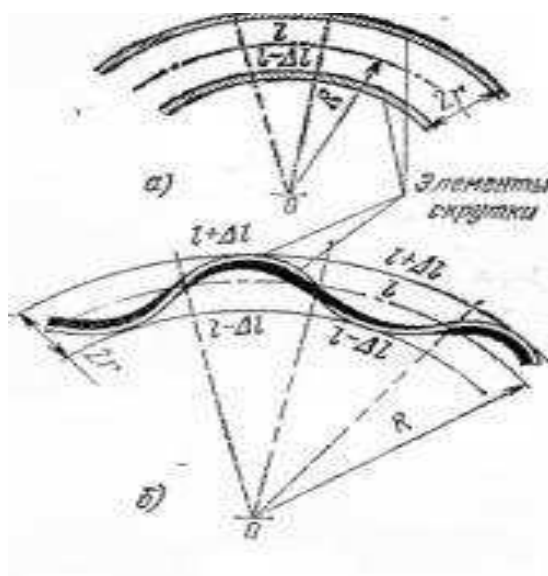
2.4 Скрутка жил

Скручивание жил - это самый распространенный технологический процесс кабельного производства. Из нескольких проволок получают токопроводящие жилы и неизолированные провода. После нанесения изоляции на токопроводящие жилы они скручиваются в кабели и провода, или их составные части – группы, пучки, из которых скручиваются кабели.

Скрутка – это процесс объединения составных частей кабеля, в процессе которого каждая из частей расположена по винтовой линии вокруг центральных элементов.

Каждый периферийный элемент скрутки в пространстве образует спираль. Основная цель скрутки – придать изделию (кабелю или проводу) устойчивую конструкцию и гибкость.

Важность совместной скрутки всех частей жилы или кабеля наглядно показывает рисунок 11. Если все части, составляющие жилу или кабель, не скручивались, а тянулись параллельно, то при изгибе нескрученного изделия диаметром $2r$ части, находящиеся от центра изгиба O ближе осевой линии (длина которой l , а ее расстояние от центра изгиба R) должны были бы сжиматься (их длина стала бы $l - \Delta l$), а части, удаленные от центра O более, чем осевая линия, – растягиваться и их длина стала бы $l + \Delta l$ (рисунок 11).

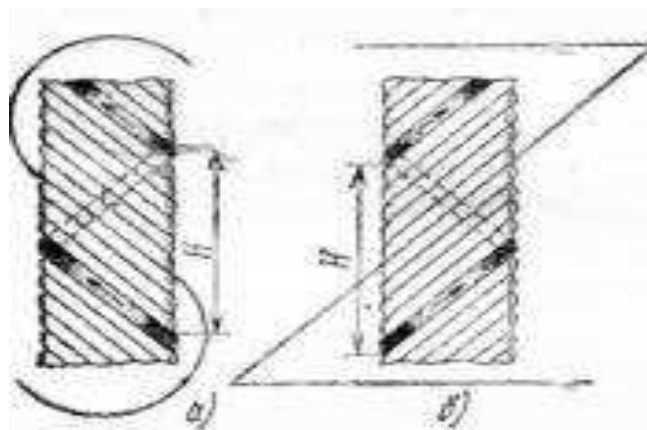


а – нескрученный сердечник; б – скрученный сердечник

Рисунок 11 - Деформация элементарных групп, образующих сердечник кабеля, при его изгибе

Растяжение стало бы причиной нежелательных деформаций удаленных частей вплоть до их разрывов. При скручивании частей между собой расстояние каждой из них от центра изгиба периодически изменяется (рисунок 11). В следствии этого при изгибах изделия изменения длины каждой из частей скрутки (кроме центральной, совпадающей с осью) компенсируются на длине одного витка.

Скрутка производится в результате сочетания двух движений: прямолинейного (поступательного) и вращательного. Вращение может производиться по часовой стрелке или и против нее. О направлении скрутки говорит расположение витков части в скрученном изделии. Скрутка называется левой, когда каждая часть скрутки, если смотреть на нее по направлению оси, идет справа–вверх–налево, и правой при направлении части слева–вверх–направо (рисунок 12).



а – левая скрутка; б – правая скрутка

Рисунок 12 - Направления скрутки

Скрутка осуществляется на крутильных машинах. Характерными для крутильных машин являются следующие два принципиальных обстоятельства. Первое – это широкий диапазон их габаритов – от долей метра до нескольких метров диаметром и десятков метров в длину. Это важно из-за того, что приходится скручивать как тончайшие жилы диаметром 0,15– 0,20 мм, так и мощные кабели диаметром около 100 мм. Второе – огромное многообразие конструкций машин. Это обусловлено возможностью осуществлять скрутки разными вариантами, а так же постоянным развитием технологий этого старейшего процесса. Важность использования вращательного движения делает ограниченную скорость процесса скрутки по сравнению с современными процессами, основанными только на прямолинейном поступательном движении заготовки – изделия и не дает возможности резкого увеличения производительности крутильных машин, необходимого для интенсификации всего кабельного производства.

Машины, в которых вокруг оси изделий вращается отдающее или приемное устройство (или одновременно оба устройства, но в разные стороны), являются машинами однонаправленной скрутки. Это – классический тип машин, охватывающий практически подавляющее большинство

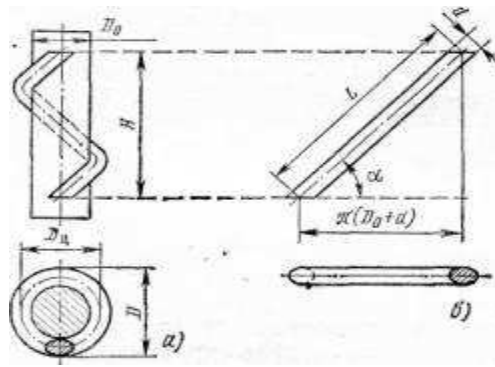
конструктивных вариантов. Поэтому машины однонаправленной скрутки называют просто крутильными.

Машины, в которых отдающее и приемное устройства неподвижны, а между этими устройствами вокруг оси скрутки вращается самостоятельный крутильный узел, являются машинами разнонаправленной скрутки. Часто их называют машинами SZ - скрутки, так как направление левой скрутки совпадает с направлением центральной части латинской буквы S, а правой скрутки с направлением центральной части буквы Z (рисунок 12).

Главным параметром, описывающим процесс скрутки, является шаг скрутки. Так же существуют вспомогательные параметры: кратность шага скрутки, угол скрутки, а также модуль скрутки.

Под шагом скрутки H принимается расстояние по длине скручиваемого изделия (жилы, группы, пучка, кабельного сердечника), которое равно одному полному обороту вокруг него любого из элементов скрутки, например отдельной проволоки, жилы, группы или пучка (рисунок 12). То есть, при таком диаметре скручиваемого изделия шаг скрутки характеризует степень крутизны, с которой производится скрутка. Чем скрутка круче, тем меньше для изделия одного и того же диаметра ее шаг, и наоборот. Шаг скрутки обычно выражается в миллиметрах.

В технологической практике удобнее пользоваться не шагом скрутки в миллиметрах, а безразмерным отношением шага скрутки к диаметру окружности скручиваемого изделия в целом или рассматриваемого повива элементов скрутки D . Указанное отношение H/D носит название кратности шага скрутки и обозначается буквой m . Различают теоретическое и практическое значения кратности шага скрутки. Первое получается, если шаг скрутки H относить к диаметру окружности $D_{ц} = D_0 + d$, проходящей по центрам элементов диаметром d , составляющих скручиваемый повив (рисунок 13).



а – расположение витка одной из проволок (жил) в повиве на длине шага скрутки; б – развертка на плоскости одного витка проволоки (жилы); H – шаг скрутки; L – длина витка; d – диаметр проволоки (изолированной жилы и т. п.); D_0 – диаметр центрального цилиндра, на который накладывается данный повив проволок (жил); $D_{ц}$ – диаметр окружности, проходящей по центрам проволок (жил) повива; D – наружный диаметр повива; α – угол подъема цилиндрической винтовой линии, образуемой каждой проволокой (жилой)

Рисунок 13 - К определению кратности шага скрутки повив, или угол скрутки

Вследствие того, какой из узлов машины вращается относительно оси скрутки, бывает четыре базовых типа крутильных машин: с крутильно-отдающим устройством; с крутильно-приемным устройством; с рамкой, вращающейся вокруг отдающего устройства; с рамкой, вращающейся вокруг приемного устройства.

Машины всех четырех типов в зависимости от расположения вращающегося узла можно разделить на два рода (таблица 4).

К первому относятся машины, в которых крутильная часть пространственно совмещена с отдающим устройством и либо составляет с ним целое (крутильно-отдающее устройство), либо вращается вокруг него (крутильная рамка). В таких машинах тяговое и приемное устройства неподвижны относительно оси скрутки.

Таблица 4 - Классификация однородных машин однонаправленной скрутки

Группа машин	Род машин	
	Первый - крутильное устройство пространственно совмещено с отдающим	Второй - крутильное устройство пространственно совмещено с приемным
Первая – с крутильно-несущим устройством (инерционные машины)	Тип 1-й – с крутильно-отдающим устройством	Тип 2-й – с крутильно-приемным устройством
Вторая – с крутильной рамкой (рамочные безынерционные машины)	Тип 3-й – с рамкой, вращающейся вокруг отдающего устройства	Тип 4-й – с рамкой, вращающейся вокруг приемного устройства

Необходимо иметь в виду, что во многих машинах 1-го типа наряду с вращающимся отдающим устройством есть одна неподвижная, независимая выносная секция отдающего устройства, с которой сходит заготовка (одна или даже несколько), поступающая в центр скручиваемого изделия. Аналогичная независимая секция также может быть в некоторых машинах 3-го типа. В таком случае она располагается за пределами крутильной рамки.

В машинах второго рода отдающее устройство неподвижно, а крутильный механизм пространственно совмещен с приемным устройством и либо составляет с ним одно целое (крутильно-приемное устройство), либо вращается вокруг него (крутильная рамка).

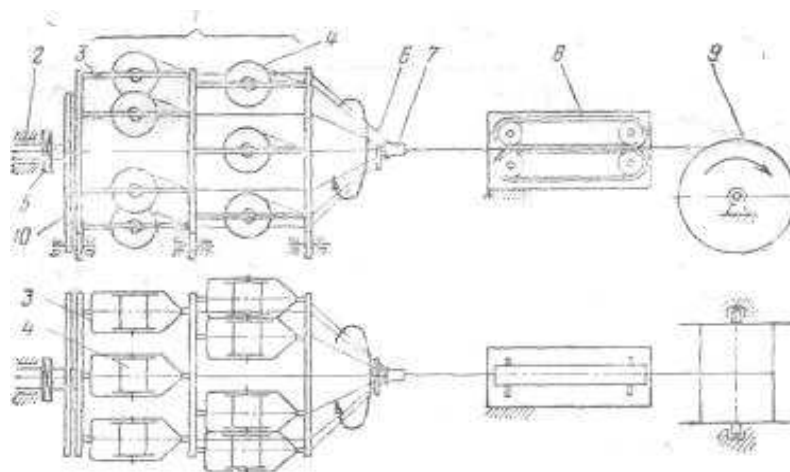


Рисунок 14 - Клетьевая крутильная машина

Крутильная клеть – цилиндрическая 1 (рисунок 14) или коническая, именуемая также фонарем, состоит из нескольких параллельно расположенных металлических дисков, жестко укрепленных на полом металлическом валу 2, проходящем через их центр. Между дисками в подшипниках установлены люльки 3 для отдающих катушек (или барабанов) 4, количество которых может достигать нескольких десятков в зависимости от назначения машины. Конец вала посажен в подшипник, расположенный в укрепленной на фундаменте опорной стойке. На этом же конце вала закреплена приводная шестерня 5, служащая для передачи вращения клетки. Каждый диск покоится на системе опорных роликов.

Часть клетки между двумя соседними дисками называется секцией. Отдающие катушки в смежных секциях немного смещены по окружности относительно друг друга. Сходящие с отдающих катушек заготовки проходят через полые оси люлек, вставленные в одинаково расположенные отверстия в переднем диске соответствующей секции, и далее мимо люлек с отдающими катушками следующей секции поступают к выходному концу клетки.

На выходном конце центрального вала находится распределительная розетка 6, осуществляющая нужное расположение скручиваемых заготовок (проволок, жил, элементарных групп) перед входом их в калибр 7. Тяговое и приемное устройства 8 и 9 соответственно.

В основном люльки крутильных клетей для отдающих катушек связаны с несущими их дисками шарнирно. Оси отдающих катушек (барабанов) перпендикулярны оси скручиваемого изделия. Эксцентриковое кольцо 10 нужно для осуществления открутки люлек с катушками.

Отдающая катушка устанавливается в люльке на одной сплошной оси или на двух выдвижных цилиндрических полуосях (пинолях). Ось закрепляется в люльке замком. Торможение каждой отдающей катушки производится тормозным металлическим шкивом с наложенной на него тормозной металлической лентой (или тросом). Тормозной шкив может крепиться либо на

щеке катушки, либо на ее оси, либо на внутренней боковой стороне люльки. Самым совершенным является последний вариант из-за того, что в этом случае не нужно настраивать тормоз при каждой перезаправке отдающей катушки. Оба конца тормозной ленты связаны через пружины с натяжным регулируемым приспособлением типа винта с гайкой, жестко закрепленным на боковой стороне люльки. Для контроля тормозного усилия и создания равномерного натяжения всех скручиваемых элементов к устройству добавляют динамометр. Тормозной шкив соединяется с отдающей катушкой с помощью специального пальца, входящего в отверстие, имеющееся в щеке катушки.

2.5 Наложение изоляции

ПВХ пластикат, используемый для производства кабелей и проводов, является смесью поливинилхлоридной смолы (поливинилхлорида), полученной в процессе полимеризации хлористого винила ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) с пластификаторами, стабилизаторами, наполнителями и другими компонентами.

Поливинилхлорид (ПВХ) – это высокомолекулярное соединение линейного строения, имеющее вид тонкодисперсного порошка. Молекулярная масса ПВХ 50000- 200000.

Отсутствие двойных связей и наличие атомов хлора делает ПВХ стойким к кислотам и щелочам, а также озоностойким и негорючим материалом.

В кабельных композициях ПВХ - пластикатов используют ПВХ суспензионной полимеризации, при которой полимер становится малоразветвленным с узким молекулярно-массовым распределением. Для кабельных пластикатов используют ПВХ, молекулярная масса которого 60000-100000.

При добавлении к поливинилхлоридной смоле пластификаторов, стабилизаторов и других компонентов увеличиваются ее физико-механические и технологические свойства, но уменьшаются диэлектрические свойства ПВХ - пластика.

ПВХ, используемые для изготовления кабельных изделий, по свойствам и предъявляемым к ним требованиям делят на три основные группы: изоляционные - с высокими электрическими характеристиками в пределах рабочих температур; шланговые - защищающие основные конструктивные части кабеля от воздействия различных факторов; полупроводящие - занимающие по своим электрическим характеристикам промежуточное место между диэлектриком и проводником. Физико-механические характеристики ПВХ - пластикатов как правило определяются процентным содержанием в рецептуре пластификаторов.

ГОСТ 5960 – 72 «Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей» регламентирует главные параметры популярных марок пластиката, имеющих буквенное и цифровое условное обозначение. Первая (или две) буква марки - область применения и тип пластиката, например, И – изоляционный, О – для оболочек (шланговый), ИО – для изоляции и оболочек.

Для изоляционного пластиката две цифры, идущие за буквами, показывают температуру хрупкости, а цифры, стоящие после дефиса, указывают степень удельного объемного электрического сопротивления этой марки (например, И50 - 15). При нанесении названия шланговых пластикатов температура хрупкости указывается через дефис после букв (например, О - 50).

Особые свойства пластиката пишутся после буквы И или О одной или несколькими начальными буквами слова, раскрывающими дополнительные свойства этой рецептуры. Например, пластикат высокой нагревостойкости, обозначается ИТ - 115 (через дефис указана допустимая рабочая температура).

В документации по изготовлению кабелей и проводов, указывают не только марку, но и номер рецептуры ПВХ - пластиката. Это позволяет более полно использовать его свойства. Например, популярные рецептуры 251 и 230 согласно ГОСТ 5960 – 72 являются одной маркой изоляционного пластиката И40 - 13 и имеют одинаковые параметры на физико-механические и электрические характеристики. Описанные выше рецептуры различаются

типом пластификатора. Пластикат рецептуры 251 содержит диоктилфталат (ДОФ) и является менее энергоемким при переработке, что дает возможность наносить изоляцию при больших скоростях. Пластикат рецептуры 230 содержит диалкилфталат (ДАФ) имеет высокое удельное электрическое сопротивление и является тропикостойким (на нем не развиваются грибки и плесень).

Шланговые рецептуры 239 и 288 пластика марки 0-40 изготавливают с использованием разных фталатных пластификаторов. Диалкилфталат 239 делает ПВХ - пластикат более тропикостойким, чем пластикат 288.

Использование в ПВХ - пластикате разных пластификаторов создает зависимость механических, электрических и других характеристик от температуры более выраженной и сложной, чем поливинилхлоридной смолы.

Уменьшение удельного объемного электрического сопротивления ПВХ - пластиката многих рецептов при повышении температуры отмечено в стандарте и контролируется при 20 и 70°C.

ПВХ пластикат широко используется для изоляции установочных, монтажных и специальных проводов, в силовых кабелях на напряжение 1 - 6 кВ и контрольных кабелях.

В шланговый пластикат, по мимо основного пластификатора, добавляют 15 - 20% трикрезилфосфата, который увеличивает стойкость ПВХ - пластиката к горению. Увеличение пластифицирующей группы до 50 - 60% используют для увеличения относительного удлинения при разрыве и уменьшению прочности на разрыв всех шланговых пластикатов.

Из-за того, что с увеличением температуры резко возрастают величины ϵ и $\text{tg}\delta$, ПВХ - пластикат невозможно широко использовать в высоковольтных силовых кабелях на напряжение более 10000В и в качестве изоляции в кабелях связи.

Для производства холодостойких пластикатов марок 0 - 50, 0 - 55 и ОМБ - 60 с температурой хрупкости минус 50, минус 60°C используют 60 – 70%

пластификатора (диоктилсебационат или диизодециадипинат), но при этом прочность на разрыв уменьшается до 11, а иногда до 10 МПа.

Полупроводящий ПВХ - пластикат используют для выравнивания электрического поля и снижения интенсивности ионизации высоковольтных кабелей и проводов, а также для экранов гибких шахтных кабелей.

Уникальным свойством таких пластикатов является снижение значений ρ_v до $10^2 - 10^4$ Ом·см и менее за счет добавления в рецептуру большого количества наполнителей (сажи, графита и порошков металлов).

Длительное воздействие солнечных лучей и разного рода факторов приводит к необратимым изменениям свойств пластикатов, именуемых старением материала. Старение оценивают уменьшением механических свойств и температурой хрупкости после выдержки при различных температурах.

Виды старения: тепловое, световое и др. Если ПВХ - пластикат опущен в воду, бензин, масло или другое вещество, процесс его старения происходит из-за вымывания пластификатора и стабилизаторов.

Тепловое старение ПВХ - пластика происходит по причине улетучивания пластификатора, в следствие чего снижается эластичность пластика и уменьшается его устойчивость к холоду. Так же, под действием высокой температуры происходят интенсивное окисление и деструкция смолы.

Во все кабельные ПВХ - пластикаты вводят стабилизаторы, не дающие распространяться деструкции материала в ходе его переработки и эксплуатации кабельных изделий. В шланговых кабельных пластикатах стабилизирующая группа более эффективна, чем в изоляционных.

Процессы старения в пластике, как и во многих других материалах, увеличиваются при воздействии на них солнечных лучей. Это связано с тем, что солнечные лучи, в основном ультрафиолетового спектра, действуют на процессы окисления и деструкции быстрее, чем воздействие теплоты. Для придания ПВХ - пластику (особенно шланговому) высокой светостойкости в рецептуру добавляют красители, которые, поглощают солнечные лучи, и не

дают им проникать в поверхность материала, сохраняя первоначальные свойства. Самым эффективным пигментом, резко увеличивающим светостойкость материала, является сажа, вводимая в рецептуру в количестве 1-3%. ПВХ пластикаты черного цвета являются самыми стойкими к воздействию света, чем темно-синего, красного, зеленого и других более светлых тонов.

По причине того, что для светостойкости важен цвет, дисперсность и равномерность распределения красителя в пластикате, шланговые ПВХ-пластикаты доставляют на кабельные заводы в виде гранул черного и синего цветов. Чем равномерней нанесение красителя, тем больше светостойкость материала.

На химических предприятиях для равномерного нанесения красителя его тщательно смешивают с пластикатом.

Для изоляционных марок возможен привоз гранул ПВХ - пластиката естественного цвета, а для окраски изоляции в экструдер вводят 2 - 3% концентрированно окрашенных гранул. В этом случае проверку отслеживают по цвету, так как светостойкость изоляционного материала не имеет существенного значения.

При внедрении поточных автоматических линий на заводах по производству кабеля уделяют внимание не только физико-механическим и диэлектрическим свойствам ПВХ - пластиката, но и его технологическим свойствам. Производительность одного и того же экструдера изменяется в пределах 20 - 30% из-за рецептуры и технологических свойств пластиката. Контроль технологических свойств ПВХ - пластиката осуществляют на экструдере диаметром червяка 32 - 60 мм. Для испытаний в головке экструдера используют «глухой» дорн и матрицу, диаметр которой для изоляционного пластиката равен 2 мм, а для шлангового должен быть 5 мм.

Температурные диапазоны работы экструдера при переработке ПВХ - пластиката ограничиваются в пределах, указанных в таблице 5.

Таблица 5 - Температурные режимы работы экструдера

Назначение пластиката	Температура, °С				
	в зонах цилиндра			в головке	в матрице
	1	2	3		
Для изоляции	135±10	145±10	155±10	165±10	175±10
Для оболочек	115±10	135±10	145±10	155±10	165±10

При частоте вращения червяка 45-65 об/мин жгутик выдавливают в течение 15 мин, а далее через каждые 3 мин берут не менее трех проб. Взятие проб производят в течение 1 мин. Полученные пробы остужают до комнатной температуры в резервуаре с водой, а затем сравнивают внешний вид с утвержденным эталоном.

Из середины каждой пробы ножом вырезают образец длиной 15 см, на поперечном срезе которого визуальнo устанавливают наличие пор. Далее на образцах делают продольный срез длиной 2 - 3 см и смотрят наличие пор.

Как отобрали пробы, уменьшают частоту вращения червяка в 2 раза и в течение 5 - 6 мин выдавливают жгутик, а затем останавливают экструдер на 20 мин, в течение 2 мин выдавливают образец, осматривая наличие в жгутиках подгоревших частиц и изменение цвета. Затем разбирают головку экструдера и повторно осматривают на наличие подгорания пластиката.

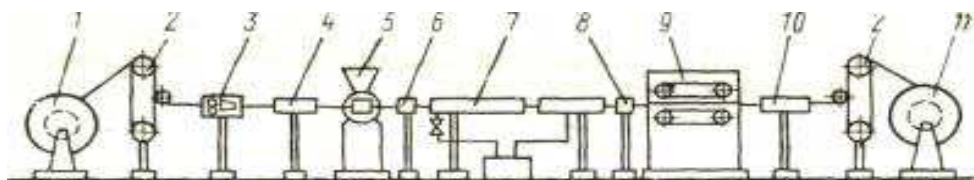
В ходе изготовления кабелей и проводов с пластмассовой и резиновой изоляцией стали популярными экструдеры (червячные прессы), осуществляющие постоянный процесс нанесения изоляции или оболочки и выпускающие кабельные изделия практически неограниченной длины. Процесс такого нанесения изоляции или оболочки называют экструзией или выдавливанием, а сами прессы – экструдерами.

Путем экструзии в основном перерабатываются такие термопластичные высокомолекулярные соединения как: полиэтилен, полипропилен, полиамиды,

поливинилхлоридные пластикаты, некоторые виды фторопластов, а также различные резиновые смеси.

Самым главным преимуществом переработки полимеров в экструдерах является непрерывность процесса. Этот факт создает широкие возможности для объединения процесса изолирования (нанесения оболочки) с остальными процессами при производстве кабелей и проводов (например, волочением и отжигом токопроводящей жилы, контролем изолированной жилы, скруткой изолированных жил в группы или кабель и т. п.). По мимо этого, безостановочный процесс изготовления кабелей и проводов создает возможность для автоматизации технологической цепочки, что повышает эффективность и качество.

В наше время агрегат для нанесения изоляции и оболочек из пластмасс состоит из экструдера, отдающего, тягового и приемного устройств, охлаждающей ванны, контрольной и пускорегулирующей аппаратуры (рисунок 15).



1, 8, 9, 11 – отдающее, сушильное, тяговое и приемное устройства; 2 – компенсаторы, 3, 4 – устройства для выпрямления проволоки и подогрева жилы, 5 – экструдер, 6 – измеритель диаметра изолированной жилы бесконтактного типа, 7 – охлаждающая ванна, 10 – АСИ

Рисунок 15 - Схема экструзионного агрегата для, нанесения изоляции и оболочек из пластмасс

С отдающего устройства 1 проволока, скрученная жила или заготовка под оболочку поступает в головку экструдера. Тормозная часть отдающего устройства служит для непрерывного натяжения жилы, а так же для недопущения раскрутки барабана или катушки с проволокой при остановке агрегата или уменьшении скорости экструзии. На отрегулированном тормозном устройстве натяжение алюминиевой проволоки не превышает 10 - 20 МПа; для

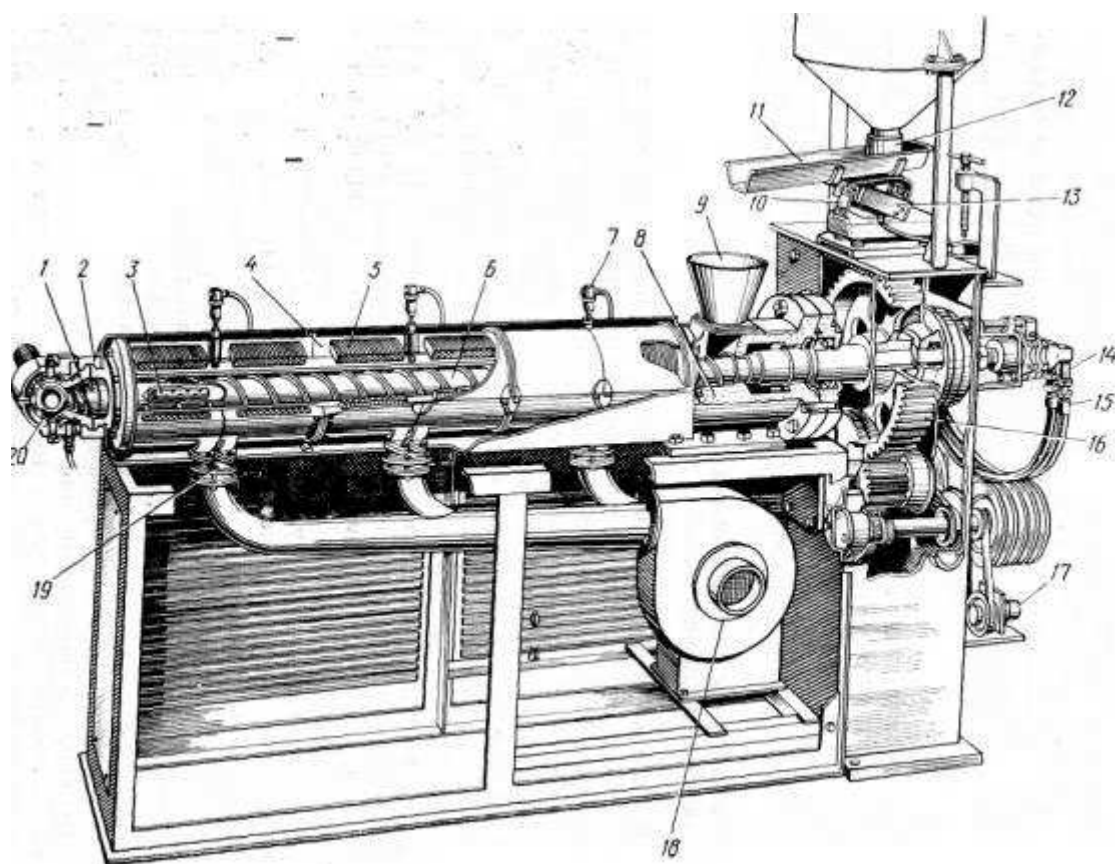
скрученной жилы натяжение должно быть на 10 - 20% меньше. Сверхсильное затягивание тормозного устройства может привести к вытяжке проволоки.

Для высокой адгезии и предотвращения образования на жиле воздушных включений, в следствии наложения полиэтиленовой изоляции, перед головкой экструдера применяют устройство 4 для подогрева жилы электрическим током через систему роликов, на которые подается необходимое напряжение. Нагретая до 100 – 150°C жила поступает в головку экструдера 5. При нанесении шланговой оболочки нагревающее устройство не устанавливают.

В головке экструдера расплавленная пластмасса выходит через кольцевой зазор между дорном и матрицей в виде оболочки и наносится на провод. Охлаждающая ванна 7 с водопроводной водой, находящаяся за головкой экструдера, через которую проходит провод или кабель, после нанесения пластмассовой оболочки, должна быть выполнена такой длины, чтобы при заданном режиме охлаждения и скорости прессования изоляция или оболочка успевала охладиться до 60 – 70°C. Неполное охлаждение приводит к смещению жилы либо смятию изоляции и оболочки.

После охлаждающей ванны изделие поступает в устройства для обдувки воды и сушки, затем в тяговое 9 и через компенсаторы 2 – в приемное 11. При нанесении изоляции перед компенсатором или тяговым устройством используют аппарат сухого испытания напряжением.

В кабельной промышленности для изготовления изоляции и оболочек, используют экструдеры с одним червяком 6 (рисунок 16, который вращается внутри втулки, запрессованной в цилиндр 4 корпуса. Корпус обогревают нагревателями 5. Головка 20 с инструментом, находящаяся на конце корпуса, соединяется с ним зажимным кольцом 2. Между червяком и головкой помещают решетку с набором фильтрующих сеток, очищающих материал от грязных примесей. Осевое усилие червяка принимается упорными подшипниками.



1 – меняющаяся насадка червяка; 2 – зажимное кольцо головки; 3 – охлаждающая труба; 4 – цилиндр; 5 – индукционный нагреватель; 6 – червяк; 7 – термопара; 8 – загрузочная зона цилиндра; 9 – загрузочная воронка; 10 – пружина вибратора; 11 – вибрирующий питающий лоток (дозатор); 12 – шибер загрузочной воронки; 13 – электромагнит вибратора; 14, 15 – трубы для впуска и выпуска охлаждающей воды; 16 – цилиндрическая зубчатая передача; 17 – тахогенератор; 18 – вентилятор; 19 – воздушные заслонки; 20 – головка экструдера

Рисунок 15 - Экструдер для переработки пластмасс

Привод червяка осуществляется от регулируемого электродвигателя через зубчатую передачу 16 (редуктор). Цилиндр остужается воздушными вентиляторами 10.

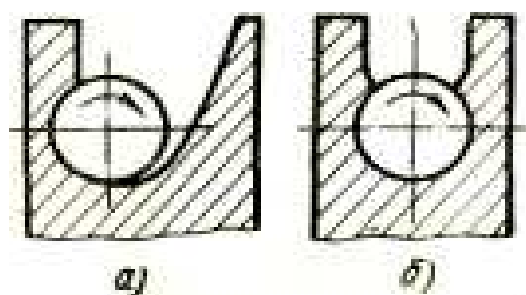
Материал в виде гранул поступает из бункера в загрузочную воронку 9, а затем через отверстие в цилиндре – в канал червяка. Двигаясь по каналу, материал разогревается из-за теплоты от нагревателей 5 и теплоты, выделяющейся вследствие вязкого трения. В следствие продвижения материал уплотняется, из него удаляется поступивший вместе с гранулами воздух.

Расплавленный материал выдавливается через инструмент и принимает требуемую форму.

Бункер, расположенный над загрузочным отверстием, имеет смотровые окна для более удобного контроля за уровнем материала. Его делают из нержавеющей стали или алюминия, иногда частично или полностью из пластмассы конической, цилиндрической, квадратной или прямоугольной формы суживающимся к загрузочному отверстию. Объем бункера должен быть таким, чтобы одного заполнения было достаточно на 2-4 ч работы (10 - 250 л в зависимости от производительности).

Помимо этого, в бункере устанавливают лопасти для перемешивания гранул.

В современных экструдерах для опрессования кабелей и проводов между бункером и питающей воронкой добавляют вибрационный питающий лоток 11. Гранулированная пластмасса, проходя через шибер 12, поступает на вибрирующий лоток, который укреплен на двух пружинах 10, дающим возможность изменять его наклон. Вибрация лотка происходит под действием электромагнита, якорь которого жестко скреплен с дном лотка. Частота и амплитуда колебаний лотка регулируются прерывателем постоянного тока.



а — с дополнительной выемкой, б — без выемки

Рисунок 17 - Конструкции загрузочного отверстия

Загрузочное отверстие цилиндра бывает круглого или прямоугольного поперечного сечения, вертикальные или наклонные стенки. Стенки отверстия с дополнительной выемкой внизу (рисунок 17) используют на машинах,

применяемых для переработки каучуков и материалов, поступающих в экструдер в виде разогретых лент.

Гранулированные материалы перерабатывать в машинах с загрузочным отверстием такой конструкции неудобно, так как они могут забиться в зазоре между стенкой цилиндра и гребнями канала червяка. Из-за этого для гранулированных пластмасс применяют цилиндры с загрузочным отверстием, без выемки внизу (рисунок 17 (б)).

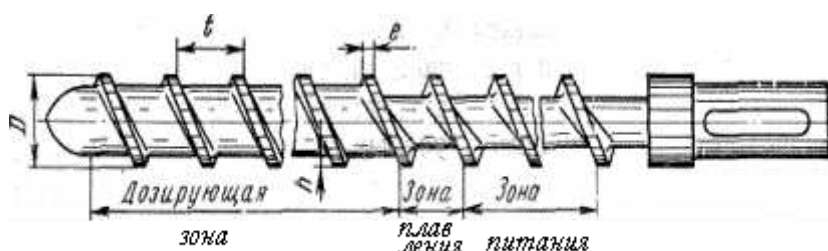


Рисунок 18 - Червяк экструдера для переработки пластмасс

Червяк экструдера является основным рабочим элементом, который забирает не пластифицированный материал из загрузочного отверстия и равномерно распределяет его вдоль цилиндра к головке (рисунок 18). За время движения в цилиндре материал превращается в однородный расплав, который по характеру процессов, проходящих на каждом участке червяка, можно разделить по длине на три зоны: питания, плавления (пластикация) и дозирующую (выдавливания).

В зоне питания глубина канала червяка максимальна, а в зоне плавления уменьшается до глубины дозирующей зоны. Из-за этого, по мере приближения к головке площадь поперечного сечения канала червяка уменьшается за счет изменения его глубины. Шаг нарезки червяка всегда постоянный во всех зонах.

Отношение объемов канала червяка на участках одного шага в зоне питания и дозирующей называется степенью сжатия или компрессией и допускается в пределах 1,5:1 – 5:1 в зависимости от перерабатываемого материала, насыпной массы исходного материала, режима работы экструдера и

размера наносимой оболочки. Для материалов, из групп полиолефинов и полиамидов (полиэтилен, полипропилен, капрон), рекомендуется большая степень сжатия.

Цилиндр экструдера нагревается электрическими элементами. Для этого вдоль цилиндра устанавливают три-четыре самостоятельно включаемых электронагревательных элемента, поддерживающих необходимый температурный режим по зонам червяка, максимально отвечающий свойствам перерабатываемого материала. По принципу действия электронагреватели делят на индукционные и сопротивления.

Цилиндр охлаждают сжатым воздухом, подаваемым одним или несколькими вентиляторами, а также сжатым воздухом с тонко рассеянной водой. Получаемый форсункой «туман» с большой скоростью омывает кожух цилиндра, после чего отсасывается вентилятором, создавая при этом некоторый вакуум, увеличивающий эффективность охлаждения.

Самым современным способом поддержания теплового режима цилиндра является позиционно-пропорциональное регулирование. Его суть заключается в том, что подводимая к соответствующей зоне мощность нагрева или охлаждения непрерывно самоуставляется пропорционально разнице между заданным и фактическим значениями температур. В следствие этого, по мере приближения фактической температуры к заданной подводимая мощность непрерывно стремится к нулю. Эта система из-за более точного поддержания заданных температур начинает вытеснять позиционное регулирование по системе включено – выключено.

Червяк охлаждается водопроводной или подогретой водой, которая подается через сальник в трубку, находящуюся внутри полого тела червяка. Вода, вытекая из трубки, вначале охлаждает дозирующий конец червяка, а затем течет обратно. Охлаждение можно осуществить по отдельным участкам червяка с помощью неподвижных или перемещаемых в осевом направлении пробок и нескольких коаксиально-концентрических трубок различной длины. Поверхности червяков и цилиндров закаляют.

Экструдеры для переработки пластмасс производят различных размеров и конструкций. В настоящее время размеры экструдера выражают через диаметр червяка.

Эксплуатация и обслуживание экструдеров требуют помимо знания конструкции и свойств перерабатываемых пластмасс определенного практического опыта. Необходимо следить за постоянной смазкой элементов привода и подшипников высококачественным машинным маслом или другими чистыми смазками, соответствующими техническому паспорту. Червяк не должен вращаться в цилиндре без материала. Нельзя также допускать вращения червяка, находящегося в цилиндре, при низкой температуре материала.

Взаимное расположение дорна и матрицы регулируют радиально расположенными болтами; подтягивать какой-либо из них можно только после того, как будет расслаблен противоположно лежащий, иначе можно повредить матрицу. После регулирования подтягивают все болты. Важно периодически контролировать правильность работы терморегуляторов и других приборов.

При обслуживании экструдера следует соблюдать правила техники безопасности, обращая особое внимание на движущиеся части и электронагревательные элементы, находящиеся под напряжением.

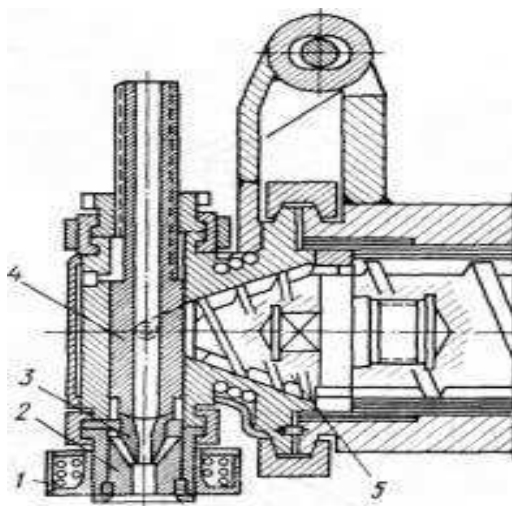
Основным критерием успешной работы является идеальная чистота на складе сырья, в рабочем помещении, а так же на участке расположения экструдера. Нельзя проталкивать материал во вращающийся червяк металлическими предметами. Если нужно используют пластмассовый стержень или трубу желательного из того же материала, который в данный момент перерабатывается. Экструдер важно чистить сразу после окончания работы, пока материал не остыл.

Головка экструдера используется для направления потока пластмассы или резины к устанавливаемому в ней инструменту – дорну и матрице. В кольцевом зазоре между дорном и матрицей давление необходимо держать одинаковым. Кроме того, для высокой производительности экструдера нужно обеспечить низкое сопротивление потоку движения материала.

Все типы головок экструдеров можно разделить в зависимости от направления потока перерабатываемой массы и способа их крепления к цилиндру.

По направлению потока массы головки делятся на прямоточные, прямо- и косоугольные, а по способу крепления к цилиндру экструдера – на резьбовые, фланцевые на болтах и шарнирно-откидные.

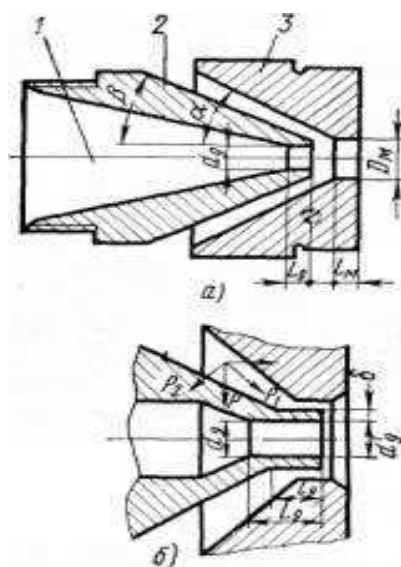
В основном на заводах по изготовлению кабеля применяется головка прямоугольной конструкции, легко доступная для чистки, заправки и контроля температур, имеющая небольшой размер и массу по сравнению с косоугольной и малый свободный объем внутри головки.



1 – электрообогрев матрицы, 2 – матрица, 3 – дорн, 4 – дорнодержатель, 5 – сменная насадка червяка

Рисунок 19 - Разрез малогабаритной головки экструдера

Разрез малогабаритной головки экструдера показан на рисунке 19, а расположение дорна и матрицы – на рисунке 20. В малогабаритной головке есть специальная конусная насадка червяка, уменьшающая зону, в которой матрица может задерживаться длительное время.



1 – ось центра провода; 2 – дорн; 3 – матрица; D_M – диаметр матрицы; L_M – длина цилиндрической части матрицы; d_d – внутренний диаметр дорна; L_d – длина внутренней цилиндрической части дорна; δ – толщина цилиндрической части дорна; α и β – углы, образуемые осью провода, матрицей и дорном; l_d – длина наружной части дорна

Рисунок 20 - Расположение короткого (с обжатием) дорна с матрицей (а) и дорна с цилиндрической частью (без обжатия) и матрицей (б)

Инструмент экструдера (дорн и матрица) образует кольцевое отверстие, размеры и форма которого являются важными параметрами накладываемой оболочки, и сильно влияют на работу экструдера. От конструкции и взаимного нахождения инструмента зависят плотность нанесения материала на жилу или кабель и качество выпрессовываемой оболочки.

Дорн 2 (рисунок 20) представляет собой полый цилиндр, переходящий в конус. Внутренний диаметр дорна d_d всегда больше диаметра жилы, чтобы через него могли проходить точки соединения жил, а при нанесении оболочек – точки связок жил. Рекомендуется внутренний диаметр рабочей части дорна при нанесении изоляции на жилу брать на 0,1 - 0,2 мм больше фактического диаметра жилы, а при нанесении оболочки – на 0,5 - 1,5 мм больше диаметра заготовки. Для обеспечения долгой работы дорна на его выходную часть наваривают наконечник из твердого сплава.

Матрица 3 представляет собой цилиндр, внутреннее коническое отверстие которого у выхода переходит в цилиндрический канал. Дорны и матрицы используют из легированных сталей и шлифуют их рабочие поверхности.

Для регулирования совместного расположения дорна и матрицы дорн можно перемещать в головке экструдера в продольном направлении с помощью резьбы на дорнодержателе, а матрицу – с помощью специального кольца или винтов в плоскости, перпендикулярной оси дорна. Благодаря этому перемещению возможна центровка матрицы относительно дорна, т. е. получение равностенного коаксиального покрытия для круглых заготовок кабеля.

При наличии на конце дорна цилиндрической части (рисунок 20) давление материала на жилу или заготовку уменьшается и она свободно перемещается.

Отношение площади поперечного сечения кольцевого зазора между дорном и матрицей к площади поперечного сечения пластмассовой изоляции называется степенью вытяжки. Высокая степень вытяжки обычно нежелательна из-за возможного получения в изоляции внутренних напряжений, которые могут привести к ее усадке. При нанесении изоляции из пластмасс с обжатием диаметр матрицы берется равным или близким диаметру провода по изоляции. Это требование необходимо соблюдать особенно при изолировании тонких монтажных проводов диаметром до 3 мм по изоляции.

В таблице 6 представлены характеристики экструзионных линий, используемых на некоторых предприятиях для нанесения изоляции из ПВХ - пластиката на провода и кабели.

Таблица 6 - Характеристики экструзионных линий

Параметр	ХТ - 632	ШМКП - 50	МЕ - 90	ПШ - 90
Диаметр шнека, мм	63	50	90	90
Отношение длины шнека к диаметру, L/D	25	15	25	25
Максимальное число оборотов шнека, об/мин	100	100	120	75
Число зон обогрева цилиндра	4	3	4	4
Отдающее устройство	неподвижно установленная бухта, пинольный датчик	пинольный датчик	пинольный датчик	неподвижно установленная бухта, пинольный датчик
Приемное устройство	устройство с пневматическим узлом обслуживания катушек	сдвоенный бухтоприемник	сдвоенный бухтоприемник	ПКУ-1000, бухтоприемник КА - 400
Экструдер подкраски	есть	нет	есть	есть
Диаметр шнека, мм	45	–	40	32
Отношение длины шнека к диаметру, L/D	25	–	17	17
Число зон обогрева цилиндра	1	–	1	1

2.6 Скрутка силовых кабелей

Скрутку изолированных жил в кабель при изготовлении силовых кабелей можно производить с откруткой и без открутки. При скрутке без открутки происходит самопроизвольное дополнительное закручивание жилы вокруг собственной оси. Это приводит к деформации фазной изоляции и, следовательно, к образованию дополнительных дефектов в ней в виде морщин и вмятин. Особенно это явление заметно при скрутке жил большого сечения и при больших толщинах изоляции.

Скруткой в закрутку называют такой процесс скрутки, при котором направление скрутки изолированных жил совпадает с направлением скрутки проволок в наружном повороте изолированной жилы. Под скруткой в раскрутку понимается такой процесс скрутки, при котором эти направления противоположны.

Скрутка секторных жил сечением до 150мм^2 в кабель с поясной изоляцией на напряжения 1 - 6 кВ производится без открутки, так как при скрутке с откруткой трудно получить гладкую цилиндрическую поверхность скрученного кабеля.

При скрутке секторных жил сечением $3 \times 70\text{ мм}^2$ и выше кабелей на напряжения 6 - 10 кВ для уменьшения дефектов в фазной изоляции необходимо применить предварительно подкрученные жилы, которые скручиваются в кабель с откруткой.

Скрутка предварительно подкрученных жил производится на обычных крутильных дисковых машинах, которые оборудуются специальным подкручивающим устройством. Часто это устройство совмещается с уплотняющим механизмом. При этом уплотняющие вальцы помимо вращения вокруг собственной оси вращаются вокруг оси кабеля. Фазная изоляция накладывается на предварительно подкрученную жилу, поэтому после общей

скрутки, которая производится с откруткой, качество фазной изоляции не ухудшается.

2.7 Наложение поливинилхлоридных оболочек

Наложение поливинилхлоридных оболочек на кабели и провода различного назначения производится на экструзионных агрегатах по режимам, близким к режимам, наложения поливинилхлоридной изоляции. Различие заключается в том, что в связи с большими диаметрами заготовок, на которые надо накладывать оболочки, применяются более мощные экструдеры, тяговые устройства и другие узлы агрегата. Другое отличие заключается в том, что наложение оболочек или шлангов чаще всего производят без обжатия, свободно, что обеспечивается соответствующим расположением в головке экструдера формирующего инструмента (рисунок 19)

На скорость опрессования и получение качественной оболочки большое воздействие оказывает тепловой режим переработки пластмасс. Поэтому в единой технологии приведены режимы с довольно узкими пределами допустимых колебаний температуры, которые можно корректировать в зависимости от скоростного режима экструдера, а также от рецептуры материала только в пределах, указанных в таблице 5.

При загрузке в экструдер более увлажненного материала процесс его переработки ухудшается, в изоляции образуются поры, а поверхность провода становится негладкой. Чтобы предотвратить увлажнение материала, рекомендуется выдерживать закрытые мешки с гранулами пластика в цехе в течение суток.

Режим охлаждения оболочки из ПВХ - пластика осуществляется холодной водой, поступающей из водопровода в ванну, длина которой выбирается в зависимости от условий полного охлаждения провода.

На заводах наложение пластмассовой оболочки, защитного шланга, производится на экструзионной линии VAL - 150. Технические характеристики экструзионной линии приведены в таблице 7.

Таблица 7- Характеристики экструзионной линии

Параметр	Значение
Диаметр червяка, мм	150
Длина червяка, Д	24Д*
Максимальная скорость вращения червяка, об/мин	75
Максимальная производительность (для ПВХ-пластиката), кг/час	700
Максимальная линейная скорость, м/мин	70
Расход воды охлаждающей ванны, м ³ /час	5,0
Диаметр заготовки, мм	8 - 55

Отдающее устройство ОКУ - 2000:

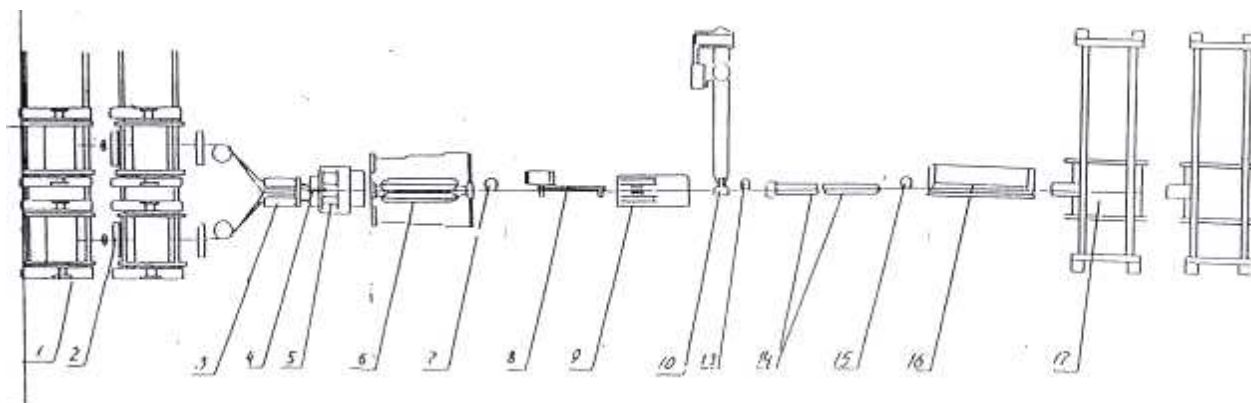
- максимальный диаметр барабана – 2600 мм,
- максимальная ширина барабана – 1900 мм,
- максимальная масса барабана с кабелем – 10000 кг.

Тяговое устройство гусеничного типа ВА - 1600:

- тяговое усилие, не более – 16 кН,
- длина участка прижима (захвата) – 1500 мм,
- давление воздуха, подводимого к устройству – 0,4 - 0,6 МПа.

Экструдер МР 150 - 24Д используется для переработки пластмассы при наложении оболочки, защитного шланга и изоляции.

Давление расплавленного пластиката замеряется на торце цилиндра до решетки. Данные, замеряемые датчиком, выдаются на индикатор. Возможна предварительная установка максимального предела давления ($P_{\text{макс.}}=60$ МПа).



1 – отдающее устройство; 2 – компенсатор-регулятор линейной скорости изолированной жилы; 3 – прямильный блок; 4 – разъемный калибр; 5 – обмотчик бандажными лентами; 6 – блок sz-скрутки; 7 – импульсный датчик (счетчик числа круток в одном и другом направлении); 8 – компенсатор- регулятор линейной скорости кабеля; 9 – тангенциальный обмотчик; 10 – экструдер для наложения пластмассовой оболочки; 13 – маркирующее устройство; 14 – охлаждающая ванна; 15 – счетчик метража; 16 – тяговая гусеница; 17 – приемное устройство

Рисунок 20- Компонировка экструзионной линии VAL - 150, оборудованной устройством SZ - скрутки

При превышении установленного предела, выдается звуковой сигнал, а при достижении давления в цилиндре- 80 МПа линия автоматически отключается. На торце цилиндра имеется датчик сверхдавления, являющийся механической защитой экструдера, который срабатывает при превышении максимально допустимой величины давления.

- точность регулировки температуры– $+1^{\circ}\text{C}$,
- обогрев цилиндра – электрический,
- охлаждение цилиндра – воздушное,
- охлаждение червяка (по мере необходимости) – водяное,
- охлаждение загрузочной зоны – водяное,
- количество зон обогрева цилиндра – 4.

Каждая зона нагрева цилиндра оборудована тремя датчиками замера температуры, один из которых расположен в непосредственной близости от

внутренней полости цилиндра, второй между стойкой цилиндра и элементом нагрева, а третий в самом элементе нагрева.

Датчик, расположенный в непосредственной близости от внутренней полости цилиндра замеряет температуру пластиката а остальные два – конвекцию и направление теплообмена, обеспечивая таким образом, быструю и точную регулировку температуры:

- наибольшая температура – 300°C
- общая мощность обогрева – 4,8 кВт.

Головка экструдера NH 60 при диаметре заготовки – 8 - 45 мм.

Головка экструдера NH 100 при диаметре заготовки – 45 - 60 мм.

- минимальный диаметр входящего кабеля – 8,0 мм,
- максимальный диаметр выходящего кабеля – 65,0 мм,
- количество зон обогрева – 3.

Устройство для вакуумирования экструдерной головки, предназначенное для наложения изоляции или оболочки без обжатия:

- максимальное давление – 0,0714 МПа.

Маркирующее устройство - устройство предусмотрено для нанесения выпуклой маркировки на еще не затвердевшую оболочку кабеля, непосредственно при выходе его из экструзионной головки.

На оболочку кабеля наносится следующая маркировка: год изготовления кабеля, завод-изготовитель.

При наложении оболочки или защитного шланга из поливинилхлоридного пластиката, не распространяющего горение должна быть нанесена дополнительная маркировка с индексом «нг».

Ванна охлаждения JR 50, предназначена для охлаждения водой проходящего кабеля:

- длина охлаждающей ванны – 20 м.

Устройство сушки кабеля:

- длина – 300мм,

- расход воздуха – 5 м³/час.

Прибор «ЗАСИ» или «ИАСИ» для контроля на проход герметичности изоляции жил одножильных кабелей с пластмассовой изоляцией, защитного пластмассового шланга, наложенного поверх металлической оболочки, поверх брони или под броню, а также разделительного пластмассового слоя, наложенного поверх медного экрана в одножильных кабелях на напряжение 3 кВ. Пробой изоляции указывается световым сигналом.

Счетчик метража СИ 8;

Измеритель диаметра кабеля LG 1075 – 1 - 75 мм:

- метод измерения– лазерный.

Измеритель диаметра кабеля используется при наложении изоляции на одножильные кабели.

Приемное устройство КАВМАТИК TUT.10.10 - 26 L2 MR:

- максимальный диаметр барабана – 2600 мм,
- максимальная ширина барабана – 1900 мм,
- максимальная масса барабана с кабелем – 10000 кг,
- шаг раскладки – 0 - 60 мм.

Приемное устройство порталного типа состоит из двух перемещающихся по рельсам приемников. Пиноли, расположенные на каретке, могут перемещаться в вертикальном и горизонтальном направлении. Раскладка кабеля производится путем перемещения каретки в боковом направлении при помощи электропривод постоянного тока.

Главный привод и система синхронизации режимов работы, предназначенные для пуска линии и автоматического поддержания линейной скорости и числа оборотов шнека в установленном режиме;

Пульт и шкаф управления для размещения аппаратов управления и индикации.

Входные и выходные ролики, предназначенные для выпрямления и направления кабеля или жилы;

Гранулятор горячего ПВХ RAPID GK 600 - E:

- скорость вращения – 800 об/мин.
- количество вращающихся ножей – 8
- количество стационарных ножей – 2
- производительность – 100 - 400 кг/час.

Формующий инструмент – дорн и матрица.

Следует отметить, что данная линия в своем составе также имеет блок разнонаправленной (SZ) скрутки.

В состав блока SZ- скрутки входят:

Вращающееся тяговое устройство цангового типа.

Оно имеет две расположенные друг против друга цепные роликовые (гусеницы) тяги, имеющие каждая по девять половинок тяговых цанг. Каждая из роликовых цепных тяг приводится в движение серводвигателем постоянного тока с циклическим приводом. В половинках тяговых цанг подвижно крепятся клеммные элементы (съемные зажимные колодки). Эти элементы опираются на направляющую шину через подпружиненные ролики.

Регулировкой направляющих шин устанавливается требуемое усилие сжатия скручиваемого изделия. Чтобы обеспечить точный вход кабеля между половинками тяговых цанг, на входе тягового устройства цангового типа имеется входной направляющий калибр. Входной направляющий калибр является сменным элементом; Диаметр входного направляющего калибра должен соответствовать диаметру скручиваемого изделия.

Реверсивный привод тягового устройства цангового типа, который состоит из реверсивного редуктора и двигателя постоянного тока.

Весь рабочий участок блока SZ-скрутки защищен кожухом, имеющим с двух сторон раздвижные двери:

- максимальная линейная скорость – 35 м/мин,
- максимальное усилие тяги – 16,7 кН,
- длительное усилие тяги – 12 кН,

- максимальное число оборотов реверса – 90 об/мин,
- максимальный диаметр сердечника кабеля – 65 мм.

Потребляемая мощность:

- двигателей цепных роликовых гусениц – 2х4,5 кВт;
- реверсивного двигателя постоянного тока – 26 кВт.

Шкафы питания и управления блоком SZ-скрутки. На шкафах № 2 и № 4 расположены по 3 сигнальные лампы, на шкафе № 3 – задатчик числа круток.

2.8 Испытания кабельных изделий

Испытания кабельных изделий разделяются на два основных вида: контрольные (приемо-сдаточные испытания) и типовые. Контрольным испытаниям подвергается каждая строительная длина кабеля. Таким образом проверяется отсутствие в кабелях тех или иных дефектов, которые могли возникнуть при их изготовлении.

Типовые испытания производятся на коротких отрезках кабеля, причем в этом случае кабельные изделия подвергаются более расширенным испытаниям, чем при контрольных испытаниях.

Обмоточные, монтажные провода и другие кабельные изделия, которые подвергать отдельным испытаниям по всей длине практически невозможно, контролируются выборочно путем отбора определенной части изделий или отрезков их определенной длины для установленных испытаний.

В целях повышения надежности качества кабельных изделий, в особенности тех, которые нельзя испытать по всей длине, в отдельных случаях устанавливаются определенные технологические критерии и показатели, выполнение которых с высокой степенью достоверности может гарантировать и качество изготавливаемых изделий.

Основными документами, в которых приводятся технические требования к кабельным изделиям, в России являются государственные стандарты (ГОСТ), отраслевые стандарты (ОСТ) и технические условия (ТУ).

В настоящее время ГОСТ, ОСТ и ТУ не регламентируют порядок и количество образцов, подлежащих проверке отделом технического контроля предприятия-изготовителя. Количество их устанавливается самими предприятиями, которые должны гарантировать соответствие кабельных изделий ГОСТ, ОСТ или ТУ. Количество проверяемых из партий изделий и порядок испытаний устанавливаются только для контрольных проверок (по требованию заказчиков).

3 Отходы производства

На производстве кабельной продукции как и на любом другом предприятии существуют отходы образовавшиеся в результате своей деятельности. В данной работе мы рассмотрим один из самых распространенных в мире полимеров – это полиэтилен:

- 5710290313995 – полиэтиленовая тара, поврежденная;

3.1 Образование отхода в виде полиэтилена

Рассмотрим образование данного вида отхода на одной производственной линии. Поскольку производственный процесс длится 7 часов в смену, количество пластика необходимое для наложения изоляции и оболочки в среднем 1800 кг в смену.

Расходные материалы на предприятие поступают в полиэтиленовой упаковке, ежегодное количество которых составляет 17784 шт.(72 шт. в день), вес одной упаковки в среднем составляет 0,00015 т.

Количество отходов полиэтиленовой тары, т/год:

$$M = n \cdot m \tag{1}$$

где n – количество полиэтиленовой тары, шт.;

m – масса одной полиэтиленовой упаковки, т.

$$M = 17784 \cdot 0,00015 = 2,6676 \text{ т.}$$

Согласно представленным расчетам объем образования отходов полиэтиленовой тары на одной линии составляет: 2,6676 тонн или 133,38 куб.м. (при плотности данного вида отхода 0,02 т/куб.м.).

Для всего предприятия объем образования этого отхода будет больше в 8 раз:

$$M_{\text{общ}} = 2,6676 \cdot 8 = 21,3408 \text{ т.}$$

4 Переработка полиэтилена во вторичное сырье

Переработка полиэтилена в гранулы — это эффективное решение проблемы с накапливающимся мусором. Полиэтилен — прочнейший упаковочный материал, не подверженный воздействию как органических, так и неорганических кислот. Он не боится влажной среды, щелочных или солевых растворов, отличается прочностью (особенно качественные образцы), и является по многим характеристикам лучшим выбором для бытового и промышленного использования.

Основной процесс состоит из нескольких этапов:

1) Сортировки (ручной или механической): на представленном производстве сортировка не требуется, так как упаковка вся одинаковая, и вскрытие происходит однообразно.

2) Измельчения до нужной фракции в специальной дробильной установке. Это может быть дробилка или шредер (рисунок 22).



Рисунок 22 – дробилка для полиэтилена

3) Промывки полиэтилена на специальных промывочных узлах (рисунок 23) или моечных линиях (иногда промывка применяется только для отходов с сильными загрязнениями). Это обеспечивает чистоту сырья которая необходима для высокого качества полученной гранулы в конечном этапе. Если этот этап пропустить, то полученная гранула будет некачественная, мутная, вспененная. Это недопустимо.



Рисунок 23 – мойка для полиэтилена

4) Обработка в центрифуге (рисунок 24) для удаления оставшейся влаги и грязевых примесей и термической обработки в сушильных камерах. Низкая влажность сырья необходима для эффективной грануляции сырья, высокой производительности линии переработки. Она также отвечает за качество гранулы на выходе из гранулятора.



Рисунок 24– центрифуга для удаления влаги

5) Агломерация в агломераторах (рисунок 25) — специальных устройствах, где под воздействием определённой температуры, давления и катализаторов происходит расплавление сырья и последующее спекание сырья. Полученный агломерат позволяет еще больше улучшить производительность и качество грануляции сырья. В современных производствах чаще используется

пласткомпактор работающий в связке с гранулятором. Пласткомпактор предпочтительнее из-за более совершенной технологии.



Рисунок 25 – Агломератор

б) Грануляция. Полученный после агломерации насыпной материал поступает в накопительный бункер откуда шнековым методом транспортируется по гранулятору где переносит несколько циклов нагревания и очистки от посторонних примесей(вкрапления металлов, мусора, воды и кислорода). Полученная расплавленная масса полиэтилена нагретая до температуры свыше 200 °С протекает через формировочные отверстия(фильеру), которые и формируют тонкие струйки (стренги) раскаленного полимера. На выходе из нее сырье нарезается специальными ножами масса после чего охлаждается водяной струей или струей воздуха и оттуда поступает в накопительный бункер, откуда фасуется в тару.

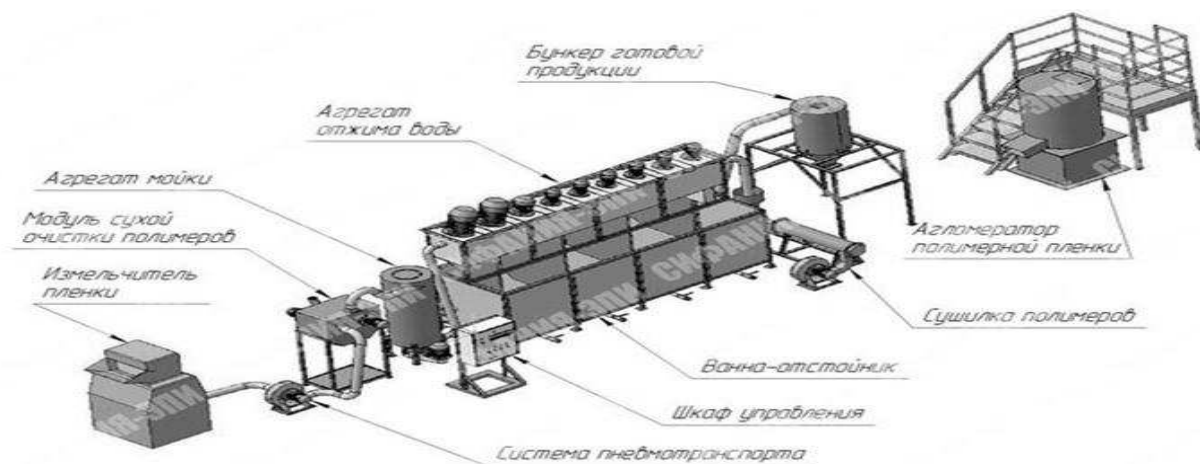


Рисунок 26 – линия переработки полиэтилена

5 Изготовление шумопоглощающих конструкций из полиэтилена

5.1. Характеристика готовой продукции

Готовой продукцией являются вспененные листы, представляющие собой легкие закрытоячеистые материалы, изготовленные на основе полиолефинов (полиэтилен высокого давления), газообразователя сшивающего агента, активаторов и различных пигментов.

Пенополиэтиленовые листы предназначены для применения в качестве теплоизоляционного и амортизационного материала, для изготовления изделий спортивного назначения, плавучих средств, в качестве упаковочного и прокладочного материалов, для шумопоглощающих изделий и для подошв обуви.

Пенополиэтиленовые листы должны соответствовать требованиям технических условий ТУ 2246-001-10489953-98.

По внешнему виду пенополиэтиленовые листы должны иметь гладкую поверхность или с теснением, с ровно обрезанными кромками. На поверхность листов допускаются разнотонность, раковины и пузырьки диаметром не более 2,5 мм и глубиной не более 0,5 мм в количестве не более 3 шт. на 1 дм².

Цвет листов согласуется с потребителем путем изготовления контрольных образцов.

Размер листов 600 × 800 или 800 × 800, толщиной 3 - 40 мм.

Размер может быть другим, по согласованию с потребителем.

5.2. Обоснование выбора сырья

5.2.1 Полиэтилен

Наиболее целесообразно в качестве полимерной основы использовать полиэтилен низкой плотности.

Полиэтилен должен быть в виде гранул с одинаковой геометрической формой, размер их в любом направлении должен быть 2 - 5 мм. Для базовых марок и композиций полиэтилена допускаются гранулы размером свыше 5 до 8 мм, массовая доля которых не должна превышать 0,25%, и гранулы размером 1 до 2мм, массовая доля которых не должна превышать 0,5%, а для полиэтилена, предназначенного для изготовления пленок специального назначения, - 0,25%.

Для полиэтилена 2-го сорта допускаются серые и окисленные гранулы, массовая доля которых не должна превышать 0,1%. В окрашенном и неокрашенном полиэтилене не допускаются гранулы другого цвета, кроме 2-го сорта, в котором массовая доля гранул другого цвета не должна превышать 0,04%.

5.2.2 Органические газообразователи (порофоры)

В качестве порофоров для вспенивания полимерных материалов могут быть использованы азо- и диазосоединения, N-нитрозосоединения, сульфогидразиды, азиды, триазины, триазол, сульфонилсемикарбазиды, производные мочевины и гуанидина, сложные эфиры. На практике наиболее широкое распространение получили порофоры первых трех классов.

Азо- и диазосоединения. Применение ази- и диазосоединений в качестве газообразователей основано на их способности разлагаться при нагревании с выделением азота. Термическая стабильность этих соединений зависит от строения заместителей у углеродного атома, связанного с азо- или диазогруппой.

Алифатические азосоединения разлагаются по схеме:

При распаде диазосоединений кроме азота образуются различные амины и окрашенные продукты. Из соединений этого класса в качестве порофора может быть использован диазоаминобензол (ДАБ). Он имеет температуру разложения 99 - 140 °С, газовое число 113 см³/г. Температура разложения и

газовое число зависят от кислотности среды, влажности. Токсичность и способность окрашивать резины затрудняют его применение.

Меньшей токсичностью обладают производные ДАБ, например N-ацетилдиазоаминобензол. Это соединение интенсивно выделяет газ в интервале 140 - 150 °С, обладает вулканизирующим действием и может быть использовано в производстве пористых резиновых изделий, не контактирующих со светлыми деталями, изменение окраски которых нежелательно.

Наименьшей токсичностью обладает азодикарбонамид. Также он стабилен при хранении, имеет температуру разложения 190 - 240 °С, которую можно понизить с помощью активаторов разложения.

5.2.3 Сшивающие агенты

Это вещества, способные необратимо превращать (сшивать) молекулы полимеров или олигомеров (смола) в твердые неплавкие и нерастворимые сетчатые полимеры. Сшивающие агенты резко уменьшают способность полимеров к необратимым деформациям и набуханию в растворителях, повышают их прочность, теплостойкость и химическую стойкость. Сшивание полимеров может также происходить под действием тепла и ионизирующих излучений.

Сшивающие агенты реагируют с содержащимися в молекулах полимеров и олигомеров функциональными группами (отверждение эпоксидных смол), непредельными связями (отверждение ненасыщенных полиэфирных смол, вулканизация каучуков) или основной цепью полимера (сшивание полиэтилена и сополимеров этилена с пропиленом).

5.2.4 Активаторы разложения

Существует целый ряд полимеров, таких как полиэтилен, ПВХ, которые перерабатываются при температурах ниже температуры разложения азодикарбонамида. Для переработки таких материалов используют азодикарбонамид со специальными добавками, так называемыми активаторами, позволяющими снизить температуру разложения до 150°C

Активаторы разложения порофоров, помимо изменения температуры разложения, влияют также и на начальную вязкость, на скорость вспенивания и качество макроструктуры. Некоторые активаторы распада порофоров (стеараты кадмия, цинка) одновременно являются стабилизаторами термического распада полиэтилена.

5.2.5 Описание технологической схемы производства

Технологический процесс получения вспененных листов состоит из следующих стадий:

1) Сушка порофора ЧХЗ - 21 - сушка порофора осуществляется в полочной сушилке при температуре $(90\pm 5)^\circ\text{C}$ в течение не менее 2-х часов на металлическом противне, высота слоя не более 30мм.

2) Приготовление композиции - композицию для вспенивания готовят по рецептуре, приведенной в таблице 8. Приготовление композиции осуществляется путем смешения гранул полиэтилена с остальными компонентами в лопастном смесителе в течение 30 минут при температуре помещения.

3) Грануляция - гранулы полиэтилена поступают с линии по переработки полиэтилена в таре.

Таблица 8 – Рецепт композиции для вспенивания

Наименование компонентов	Рецептура в масс. ч. ППЭ
ППЭ	100
Порофор ЧХЗ - 21	5,7
Перекись дикумила	1,5
Стеарат цинка	1,5
Окись цинка	0,5
Стеариновая кислота	1,0

4) Экструзия заготовок - данная стадия проводится с целью лучшей гомогенизации. Для формования заготовок используется одношнековый экструдер с щелевой головкой.

Бункер экструдера загружается гранулами композиции. Экструзия заготовок проводится при температурах указанных в таблице 9:

Таблица 9 - Температура зон экструдера при экструзии заготовок

Температура по зонам, °С				Температура головки, °С
1	2	3	4	110-115
100-105	105-110	110-115	100-115	

Лист, выходящий из экструзионной головки, поступает на калибрующий каландр, охлаждается на рольганге. После оттяжки с помощью гумированных валков лист режется гильотиной на отрезки в соответствии с размерами пресс-формы. Толщина листов заготовок от 1 до 3 мм.

5) Прессование - прессование листов производится на гидравлических прессах типа ДГ2432 усилием 1600кН с пресс-формой открытого типа. Перед загрузкой заготовок в пресс-форму производится ее смазка силиконом. навеску в виде экструзионных заготовок, в зависимости от размеров листа, загружают в

пресс-форму. Плиты смыкаются и выдерживают в течении определенного времени под давлением 15МПа. По истечении времени выдержки плиты пресса размыкают. Отпрессованная заготовка вспенивается мгновенно после снятия давления и размыкания плит пресса.

6) Рихтовка вспененных блоков - вспененный блок вручную вынимают из пресса и помещают для рихтовки между холодными плитами пресса под давлением не более 15 МПа.

7) Механическая обработка - производится путем обрезки кромок полученного листа с помощью станка механической резки.

8) Контроль и упаковка готовой продукции осуществляется путем определения размеров листа с помощью линейки, микрометра или штангенциркуля. Проверка качества внешней поверхности проводится визуально. После этого изделия из ППЭ упаковывают в пакеты из полиэтиленовой пленки по ГОСТ 10354 или в полиэтиленовую термоусадочную пленку по ГОСТ 25951.

Допускается упаковка по согласованию с потребителем в картонные коробки и другие виды тары. Маркировку наносят на этикетку в соответствии с ГОСТ 51121. Она должна содержать: наименование предприятия-изготовителя и его юридический адрес, наименование и назначение изделия, номер партии, дату изготовления, номер настоящих технических условий, гарантийный срок хранения. После этого продукция направляется на склад готовой продукции участка, а затем на цеховой склад.

9) Переработка отходов - отходами производства являются обрезки листов (кромки, рваные края), брак. Возможно измельчение отходов, которое осуществляется на роторном измельчителе пластмасс ИПР - 300 М с сеткой диаметром 10 мм.

После чего крошка собирается в пакеты, направляется на хранение, а затем отправляется заказчику. Отходы ППЭ в измельченном виде могут быть повторно использованы в качестве теплоизоляционного материала, легкого наполнителя при изготовлении строительных материалов.

5.2.6 Виды брака и способы его устранения

Различные отклонения от нормального хода технологического процесса на всех стадиях приводят к дефектам изделий. Дефекты – допускаемые отклонения (по техническим условиям). Брак – это не допустимые дефекты. Даже при исправной пресс-форме, доброкачественном материале и хорошо работающем оборудовании возможно появление так называемого технического брака.

Основные виды брака, а также причины и способы его устранения представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Виды брака и способы его устранения

Вид брака	Причина отклонения	Способы устранения
1. Толщина жгутов материала больше диаметра фильеры	Подвспенивание материала, завышена температура экструзии	Снизить температуру, проверить исправность приборов
2. Широкая поверхность жгутов на срезе ячейки	Подвспенивание материала, завышена температура	Снизить температуру, проверить исправность приборов
3. Материал расплавляется не полностью, экструдированный лист имеет много дефектов	Заниженная температура экструзии	Повысить температуру
4. Прилипание вспененного блока к поверхности пресс-формы	Не очищена поверхность пресс-формы	Хорошо почистить и смазать пресс-форму

Окончание таблицы 10

<p>5. Структура вспененных блоков неоднородная. Много раковин</p>	<p>Низкое давление. Мала навеска</p>	<p>Следить за показанием манометра Увеличить навеску.</p>
<p>6. Вытекание расплава из пресс-формы при выдержке под давлением. Трещины на вспененном блоке.</p>	<p>Большая навеска. Перегрев плит пресса. Перекос или деформация плит пресса</p>	<p>Уменьшить навеску. Довести температуру до нормы. Отрегулировать горизонтальность плит пресса</p>

6 Нормативно-правовое обоснование

Любая природоохранная деятельность должна опираться на законодательные правовые акты Российской Федерации.

В данной работе разработка мероприятий по переработке упаковки из полиэтилена производилась на основании нормативных актов, действующих в сфере обращения с отходами производства и потребления во исполнение требований законодательства Российской Федерации с целью утверждения норм и правил по обращению с отходами производства и потребления.

Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» № 7-ФЗ.

Основы нормирования в области охраны окружающей среды

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды.

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

Федеральный закон РФ № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».

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

Основными принципами государственной политики в области обращения с отходами являются:

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

Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ.

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается посредством:

- контроля за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий и обязательным соблюдением гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами санитарных правил как составной части осуществляемой ими деятельности;

- создания экономической заинтересованности граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в соблюдении законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;

- государственного санитарно-эпидемиологического нормирования;

- государственного санитарно-эпидемиологического надзора;

- сертификации продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для человека;

- лицензирования видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека;

- государственной регистрации потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, отдельных видов продукции, радиоактивных веществ, отходов производства и потребления, а также впервые ввозимых на территорию Российской Федерации отдельных видов продукции;

- мер по своевременному информированию населения о возникновении инфекционных заболеваний, массовых неинфекционных заболеваний (отравлений), состоянии среды обитания и проводимых санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятиях;

- мер по привлечению к ответственности за нарушение законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

Осуществление мер по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения является расходным обязательством Российской Федерации.

Осуществление мер по предупреждению эпидемий и ликвидации их последствий, а также по охране окружающей среды является расходным обязательством субъектов Российской Федерации.

Органы государственной власти и органы местного самоуправления, организации всех форм собственности, индивидуальные предприниматели, граждане обеспечивают соблюдение требований законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения за счет собственных средств.

Приказ МПР РФ № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов».

В данном приказе был утвержден федеральный классификационный каталог отходов. Управлением организационно-методического обеспечения государственного экологического контроля при участии главных управлений природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по субъектам Российской Федерации обеспечено ведение федерального классификационного каталога отходов и его периодическая (но не реже одного раза в год) публикация, в том числе в глобальной информационной сети Интернет.

Приказ МПР России № 663 «О внесении дополнений в Федеральный классификационный каталог отходов, утвержденный приказом МПР России от 02.12.2002 г. № 786 « Об утверждении федерального классификационного каталога отходов».

Внесены прилагаемые дополнения в федеральный классификационный каталог отходов, утвержденный приказом МПР России от 02.12.2002 № 786.

Временные правила охраны окружающей среды от отходов производства и потребления в Российской Федерации от 15.07.1994.

Правила предназначены для регулирования отношений между исполнительными органами власти, природопользователями и специально уполномоченными государственными органами по охране окружающей среды и охватывают все виды деятельности, связанные с образованием, сбором,

хранением, переработкой, транспортировкой и захоронением отходов производства и потребления.

В обязанности природопользователя входят:

- принимать надлежащие, обеспечивающие охрану окружающей среды и сбережение природных ресурсов меры по обращению с отходами;

- соблюдать действующие экологические, санитарно-эпидемиологические и технологические нормы и правила при обращении с отходами;

- осуществлять отдельный сбор образующихся отходов по их видам, классам опасности и другим признакам с тем, чтобы обеспечить их использование в качестве вторичного сырья, переработку и последующее размещение;

- обеспечивать условия, при которых отходы не оказывают вредного воздействия на состояние окружающей среды и здоровье людей при необходимости временного накопления произведенных отходов на промышленной площадке (до момента использования отходов в последующем технологическом цикле или направления на объект для размещения);

- оформлять разрешение на размещение отходов независимо от того, на собственном объекте размещаются отходы или арендованном.

Экологический контроль производится территориальным органом Минприроды России, осуществляющим государственный контроль, а также экологической службой предприятий, организаций и учреждений, которые осуществляют производственный экологический контроль.

Санитарные правила по сбору, хранению, транспортировке и первичной обработке вторичного сырья от 22.01.1982 г. № 2524 - 82.

Санитарные правила имеют своей целью обеспечить безопасные в санитарно-эпидемическом отношении условия труда работающих на заготовке, транспортировке и первичной обработке вторичного сырья.

ГОСТ 30773-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения.

Настоящий стандарт устанавливает типовые этапы технологического цикла отходов производства и потребления (ЭТЦО), включая ликвидацию отбракованных, устаревших и/или списываемых изделий (продукции), утративших свои потребительские свойства. Стандарт распространяется на образующиеся в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве, а также в быту и муниципальных хозяйствах объекты и отходы, которые подлежат ликвидации.

ГОСТ 30772 - 2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения.

Настоящий стандарт устанавливает термины и определения основных понятий, необходимых для регулирования, организации, проведения работ, а также нормативно-методического обеспечения при обращении с отходами: твердыми, жидкими (сбросами), газообразными (выбросами), шламами и смесями на различных этапах их технологического цикла, и распространяется на ликвидацию любых объектов, идентифицированных как отходы, которые могут рассматриваться как биосферозагрязнители.

ГОСТ 51121 – 97 Товары непродовольственные. Информация для потребителя. Общие требования. Настоящий стандарт устанавливает требования к информации для потребителя непродовольственных товаров.

Настоящий стандарт распространяется на непродовольственные товары отечественного и импортного производства, реализуемые на территории Российской Федерации, и устанавливает общие требования к информации о них для потребителей.

Настоящий стандарт не распространяется на информацию для потребителей продукции следующих отраслей:

- авиационная техника;
- судостроение;
- ракетно-космическая техника;
- строительная индустрия;

- вооружение и военная техника;
- изделия и материалы атомной промышленности;
- полиграфическая продукция, произведения искусства, единичные изделия художественного и народного промысла;
- парфюмерно-косметические изделия;
- лекарства и лекарственные препараты.

Настоящий стандарт не распространяется на информацию о комплектующих изделиях и запасных частях, предназначенных для поддержания конкретных непродовольственных товаров в работоспособном состоянии и не поступающих в розничную торговлю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сточные воды не образуются в производстве гранулированной и экструдированной пенообразующей композиции. Используемая для охлаждения вода, находится в оборотной системе цеха.

При комнатной температуре, пенообразующие композиции на основе пенополиэтилена, не выделяют в окружающую среду токсичных веществ и не оказывают, при непосредственном контакте, влияния на организм человека. Работа с ними не требует особых мер предосторожности.

Переработка полиэтилена во вторичное сырье, а затем и в готовую продукцию очень перспективное направление развития производства. Используя данную технологию мы избавляем предприятие от затрат на сбор, хранение и утилизацию отходов.

Реализуя готовую продукцию через некоторое время предприятие выйдет на доход от данного вида переработки, так как проблема шума существует практически в любой области.

Гибкость технологии позволяет делать шумопоглощающие конструкции различной толщины, что несомненно дает возможность широкого использования. Так же можно придать разные свойства панелям, для определенных условий эксплуатации.

Еще одним несомненным преимуществом данной технологии является то, что при производстве пенополиэтилена не применяются вещества, разрушающие озоновый слой атмосферы. При захоронении в земле не происходит выделение газов или веществ, загрязняющих водоемы. Отходы пенополиэтилена рекомендует сжигать в промышленных установках, имеющих высокие температуры. Отходы пенополиэтилена могут быть повторно использованы в качестве теплоизоляционного материала, легкого наполнителя при изготовлении строительных материалов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы кабельной техники: учебник для студентов высших учебных заведений/ В.М. Леонов, И.Б. Пешков, И.Б. Рязанов, С.Д. Холодный /под ред. И.Б. Пешкова. – Москва: издательский центр Академия, 2008. – 432 с.
2. Белоруссов Н. И. Электрические кабели, провода и шнуры. - Москва: Книга по требованию, 2013. – 704 с.
3. Троицкий И. Д. Производство кабельных изделий: Учебное пособие для средних профессионально-технических училищ. - Москва: Высшая школа, 1988. – 200 с.
4. Болотова А. В. Кабельные изделия: Справочное издание в 5 томах. / Под редакцией А.В. Болотова. - Смоленск: ГРАН, 1988. – 451 с.
5. Белоруссов Н. И. Производство кабелей и проводов: учебник для техникумов / Н.И. Белоруссов, Р.М. Лакерник, Э.Т. Ларина. // под ред. Н.И. Белоруссова И.Б. Пешкова. - Москва: Энергоатомиздат, 1981. – 97 с.
6. Привезенцев В. А. Основы кабельной техники: Учебное пособие для вузов. / Под редакцией В.А. Привезенцева. Издание 2-е переработанное и дополненное. - Москва: издательский центр Академия, 2006. – 432 с.
7. Ларина Э. Т. Силовые кабели высоковольтные кабельные линии: Учебник для вузов. Издание 2-е переработанное и дополненное. - Москва: Энергоатомиздат, 1996. – 464 с.
8. Кранихфельд Л. И. Надежность кабелей и проводов для радиоэлектронной аппаратуры. / Под редакцией Л.И. Кранихфельда, И.Б. Пешкова. - Москва: Энергоиздат, 1982. – 199 с.
9. Голосов А. П., Динцес А.И. Технология производства полиэтилена и полипропилена. - Москва: Химия, 1978. – 216 с.
10. Макаров В.А., Контенармузов В.Б. Промышленные термопласты: Справочник – Москва: АНО издательство Химия, издательство КолосС, 2008. – 205 с.

11. Поляков А.В. Полиэтилен высокого давления. Научно-технические основы промышленного синтеза / А.В. Поляков. Ф.И. Дунтов, А.Э. Софиев. - Л.: Химия, 1998. – 200 с.
12. Коршак В.В. Технология пластических масс / В.В. Коршак. – Москва: Химия, 1972. – 368 с.
13. Берлин А.А. Основы производства газонаполненных пластмасс и эластомеров. - Москва, Госхимиздат, 1954. – 191 с.
14. Лазарев Н.В. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей. В 3-х томах / Под редакцией Э.Н. Левиной - Т. 1-2. - Издание 7-е, переделанное и дополненное – Москва: Химия, 1976. – 1216 с.
15. Стрепихеев. А. А. Основы химии высокомолекулярных соединений. Издание 3-е, переделанное и дополненное – Москва: Химия, 1976.
16. Власов С. В. Основы технологии переработки пластмасс: учебное пособие для вузов. – Москва: Химия, 2004. – 602 с.
17. Завгородний В. К. Оборудование предприятий по переработке пластмасс. – Москва: Химия, 1972. – 461 с.
18. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» [Электронный ресурс]: . № 7-ФЗ от 10 января 2002 г // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
19. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» [Электронный ресурс]: № 89-ФЗ от 24.06.1998 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
20. Федеральный закон «о санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс]: № 52.-ФЗ от 30.03.1999 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
21. Санитарные правила «По сбору, хранению, транспортировке и первичной обработке вторичного сырья» [Электронный ресурс]: СП 2524-82. от 22.01.1982 г. // «Профессиональные справочные системы Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

22. Стандарт «Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей. Технические условия» [Электронный ресурс]: ГОСТ 5960 – 72 от 01.01.1974 г. //«Профессиональные справочные системы Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

23. Стандарт «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Этапы технологического цикла. Основные положения» [Электронный ресурс]: ГОСТ 30773 – 2001 от 01.07.2002 г. //«Профессиональные справочные системы Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

24. Стандарт «Пленка полиэтиленовая. Технические условия» [Электронный ресурс]: ГОСТ 10354 – 82 от 01.07.1983 г. //«Профессиональные справочные системы Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

25. Стандарт «Товары непродовольственные. Информация для потребителя. Общие требования» [Электронный ресурс]: ГОСТ 51121 – 97 от 01.07.1998 г. //«Профессиональные справочные системы Техэксперт». – Режим доступа: <http://www.cntd.ru>.

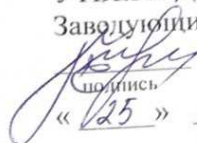
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Т. А. Кулагина


подпись
«25» июня 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Использование отходов ОАО Электрокабель для изготовления
шумопоглощающих конструкций»


Пояснительная записка

Руководитель



старший преподаватель Е. Н. Зайцева

Научный руководитель


подпись, дата
20.06.2018г

доктор тех. наук, профессор Т. А. Кулагина

Выпускник


подпись, дата
20.06.2018г

А. А. Панкратьев

Консультанты по разделам:

Консультант по
нормативно-правовой базе


подпись, дата
22.06.2018г

С. В. Комонов

Нормоконтроль


подпись, дата
22.06.2018г

С. В. Комонов

Красноярск 2018

05

штаб

5

КД