

Федеральное агентство по образованию  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Ивановский государственный химико-технологический университет

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ  
ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Иллюстрационный материал к курсу  
«Основы проектирования и оборудование предприятий  
по переработке полимеров»

Составители: Колесникова Е.В.  
Колесников А.А.

Иваново 2007

Составители: Е.В. Колесникова, А.А. Колесников

УДК 678.02/05

Оборудование предприятий по переработке полимерных материалов: Иллюстрационный материал к курсу «Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров» / Сост. Е.В. Колесникова, А.А. Колесников; ГОУВПО Иван. гос. хим.-технол. ун-т. - Иваново, 2007. – 32 с.

В иллюстрационном материале к курсу «Основы проектирования и оборудование предприятий по переработке полимеров» представлены устройство, краткая характеристика и применение (назначение) основного и вспомогательного оборудования для предприятий по переработке полимеров.

Предназначены для студентов специальности 240502 «Технология переработки пластических масс и эластомеров» направление 240100 «Химическая технология и биотехнология»

Рецензент

кандидат химических наук А.К. Кузнецов (Ивановский государственный химико-технологический университет)

## Введение

Основной особенностью производства и переработки полимерных материалов является большой ассортимент выпускаемой продукции. Это обуславливает большое разнообразие основных машин и вспомогательного оборудования.

Переработка полимерных материалов включает в себя три основные группы процессов: подготовительные, формующие и вспомогательные.

Подготовительные процессы предназначены для улучшения технологических свойств перерабатываемого сырья, а также для получения полуфабрикатов и заготовок (гранул, листов, шприцованного профиля, ленты), применяемых в основных методах переработки.

Формующие – все основные процессы переработки, с помощью которых осуществляется изготовление полимерных материалов (прессование, экструзия, литье под давлением, раздувное формование, пневмо- и вакуумформование, каландрование).

Вспомогательные процессы предназначены для придания готовым изделиям определенного внешнего вида, создания неразъемного соединения из отдельных элементов изделия. Это процессы механической обработки и доделки отформованных изделий, сварка, нанесение декоративных покрытий, переработка отходов, образовавшихся при формовании изделий.

Основное оборудование для переработки полимеров может быть разделено в соответствии с основными стадиями процесса производства на оборудование для подготовки, собственно для формования и обработки, отделки и сборки.

К оборудованию подготовительных производств следует отнести машины для измельчения, смесительное оборудование различных типов, вальцы, оборудование для гранулирования.

Формующее оборудование представлено каландрами, червячными машинами (экструдерами), литьевыми машинами, машинами для раздувного, ротационного, пневмо- и вакуумформования, прессами.

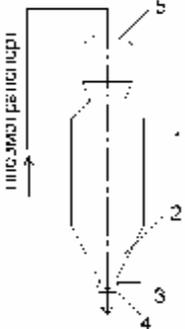
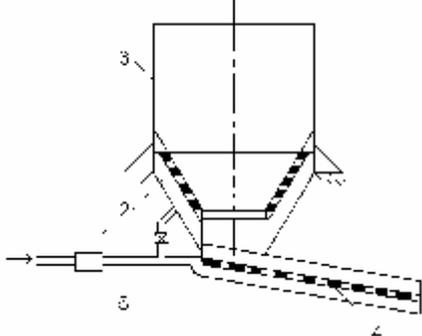
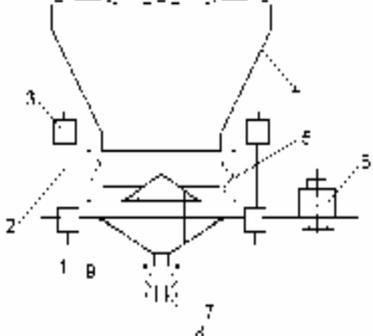
## 1. Оборудование для хранения и дозирования сырья и материалов

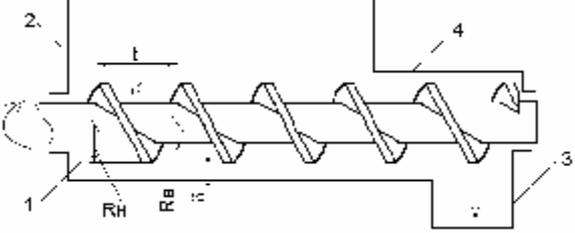
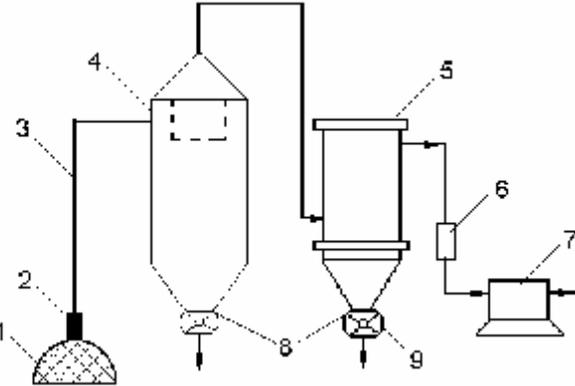
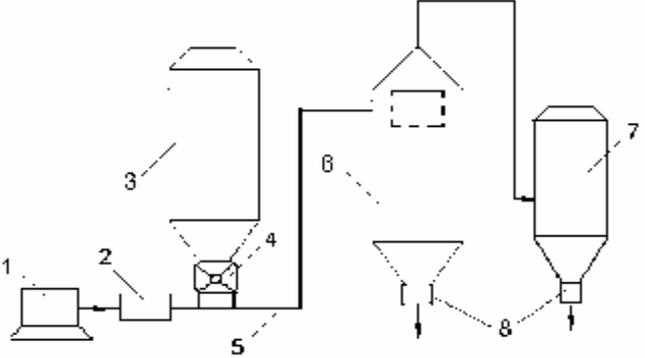
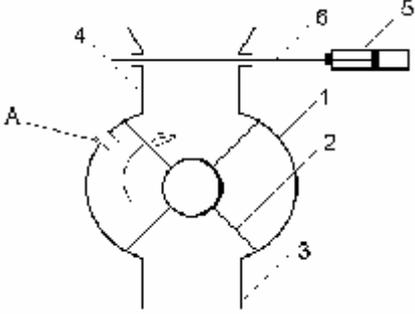
**Бункера** – основное оборудование для хранения сыпучих ингредиентов.

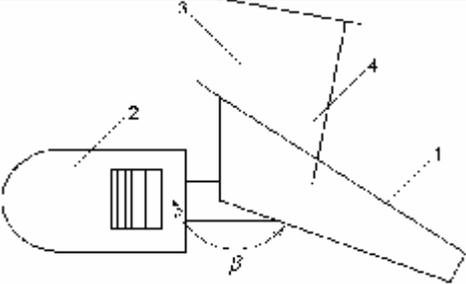
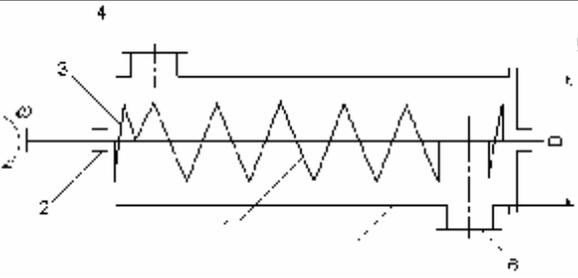
Делятся на бункера складского хранения и расходные бункера систем автоматического дозирования.

Таблица 1

Оборудование складов сырья

Тип оборудования	Краткая характеристика	Применение
Бункер	 <p>1 – сварной цилиндр; 2 – коническое днище; 3 – шлюзовый затвор; 4 – питатель; 5 – циклон-отделитель системы пневмотранспорта</p>	Для хранения сыпучих ингредиентов и гранулята
Устройство для выгрузки с аэрационным рыхлителем	 <p>1 – распределительная заслонка; 2 – перфорированное днище; 3 – бункер; 4 – перфорированные трубопроводы; 5 – воздушный фильтр</p>	Для выгрузки из бункеров материалов, склонных к слеживаемости
Устройство для выгрузки с двойным вибрационным конусом	 <p>1 – конический приемник; 2 – стяжки; 3 – виброизоляционные прокладки; 4 – выходной патрубок бункера; 5, 7 – эластичное уплотнение; 6 – механический и гидравлический вибратор; 8 – разгрузочный патрубок; 9 – конус-рассекатель</p>	Для выгрузки из бункеров материалов, склонных к слеживаемости

<p>Червячное разгрузочное устройство</p>	 <p>1 – червяк; 2 – бункер; 3 – разгрузочный патрубок; 4 – цилиндрический участок</p>	<p>Для выгрузки сыпучих ингредиентов и гранулята</p>
<p>Вакуум-транспорт</p>	 <p>1 – сыпучий материал; 2 – приемное сопло; 3 – трубопровод; 4 – циклон-отделитель; 5 – воздушный фильтр; 6 – влагоотделитель; 7 – вакуум-насос; 8 – шлюзовой затвор; 9 – секторный дозатор</p>	<p>Для транспортировки и дозирования порошкообразного и гранулированного материала к основным видам оборудования</p>
<p>Пневмо-транспорт</p>	 <p>1 – воздуходувка; 2 – калорифер; 3 – бункер-силос; 4 – секторный дозатор; 5 – трубопровод; 6 – циклон-отделитель; 7 – воздушный фильтр; 8 – шлюзовой затвор</p>	
<p><b>Питатели и дозаторы для сыпучих материалов</b></p>		
<p>Секторный дозатор</p>	 <p>1 – цилиндрический корпус; 2 – секционированный ротор, имеющий регулируемый электрический привод; 3 – разгрузочный патрубок; 4 – загрузочный патрубок; 5 – пневмоцилиндр; 6 – шибер</p>	<p>Для дозирования гранулированных и сыпучих порошкообразных и кусковых материалов с размером частиц до 30 мм</p>

<p>Лотковый дозатор</p>	 <p>1 – лоток (или труба); 2 – вибратор; 3 – патрубок; 4 – заслонка</p>	<p>Для транспортирования материалов из расходных емкостей, питания весовых дозаторов, просеивания и т.д.</p>
<p>Червячный дозатор</p>	 <p>1 – червяк; 2 – опоры; 3, 5 – отбойная нарезка; 4 – загрузочный патрубок; 6 – разгрузочный патрубок; 7 – корпус</p>	<p>Для транспортирования и дозирования мелкозернистых, гранулированных порошкообразных материалов, склонных к сводообразованию</p>

## 2. Машины для измельчения и размола

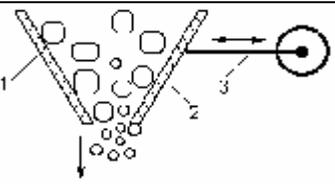
**Измельчение** – это процесс уменьшения размеров частиц твердых тел преимущественно за счет механического воздействия.

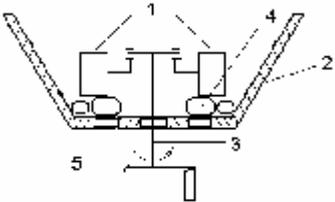
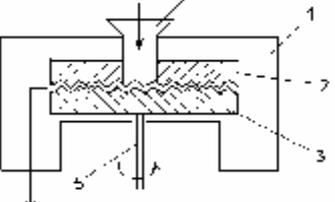
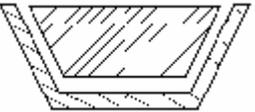
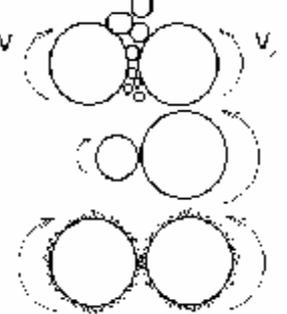
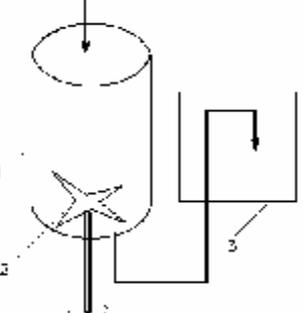
В соответствии со способом измельчения оборудование подразделяется на:

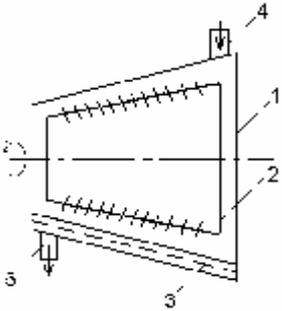
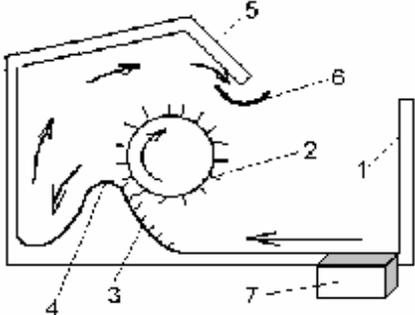
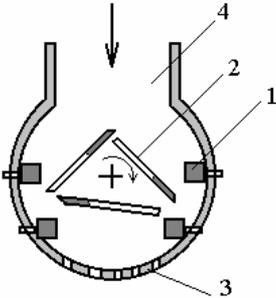
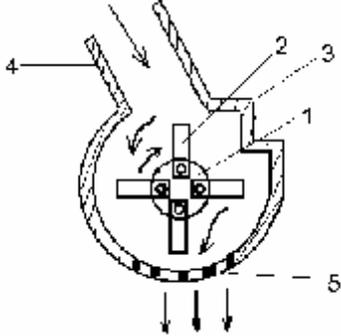
1) истирающе-раздавливающего действия; 2) ударно-режущего действия; 3) ударно-отражательного действия; 4) режущего действия.

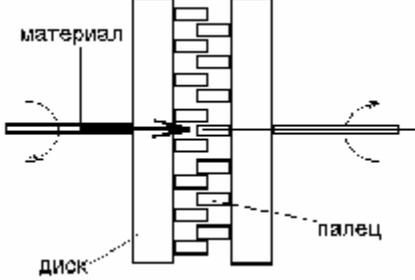
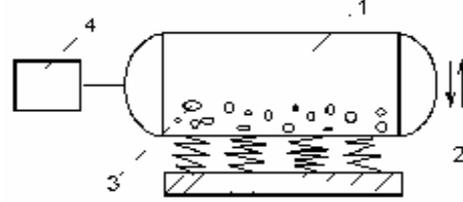
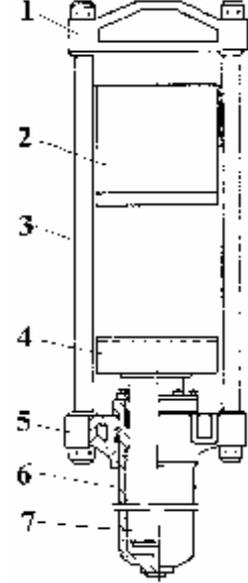
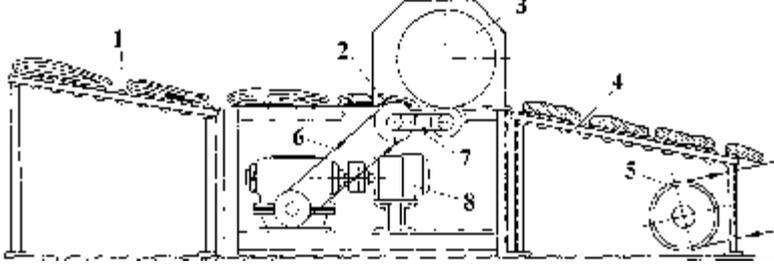
Таблица 2

Типы измельчающих машин и их применение

Машина	Краткая характеристика	Применение
<b>Истирающе-раздавливающего действия</b>		
<p>Щековая дробилка</p>	 <p>1 – неподвижная плита; 2 – подвижная плита; 3 – кривошипно-шатунный механизм</p>	<p>Для дробления термопластов</p>

<p>Бегуны</p>	 <p>1 – стальные катки; 2 – стальная или чугунная чаша; 3 – привод; 4 – измельчаемый материал; 5 – отверстия для выгрузки измельченного материала.</p>	<p>Для мелкого дробления и крупного помола</p>
<p>Дисковая мельница с горизонтальными дисками</p>	 <p>1 – корпус; 2 – неподвижный диск; 3 – вращающийся диск, который может перемещаться в вертикальном направлении; 4 – загрузочная воронка; 5 – вал привода.</p>	<p>Для измельчения кож и резиновой крошки</p>
<p>Коническая мельница</p>	 <p>по устройству близка к дисковой мельнице, отличие – диски имеют форму усеченного конуса, на которых размещены размалывающие ножи</p>	<p>Для измельчения высокомолекулярных материалов</p>
<p>Валковая дробилка</p>	 <p>по устройству представляют собой два вала вращающиеся навстречу друг другу</p>	<p>Для измельчения термопластов (полистирол, полиформальдегид)</p>
<p><b>Ударно-режущего действия</b></p>		
<p>Гидро-разбиватель</p>	 <p>1 – резервуар; 2 – диск с ножами; 3 – накопитель</p>	<p>Для предварительного роспуска некоторых сухих волокнистых материалов</p>

<p>Кавитатор</p>	 <p>1 – корпус; 2 – ротор конической формы; 3 – сепарирующая решетка; 4 – загрузочное устройство; 5 – разгрузочное устройство</p>	<p>Для измельчения волокнистых материалов в водной среде</p>
<p>Роллы</p>	 <p>1 – железобетонная ванна; 2 – барабан с ножами; 3 – ножи; 4 – горка; 5 – щит-фракционер; 6 – приемный лоток; 7 – песочница для сбора посторонних включений</p>	<p>Для измельчения волокнистых материалов в водной среде</p>
<p>Ножевая дробилка</p>	 <p>1 – неподвижный нож; 2 – подвижный нож; 3 – сито; 4 – загрузочная шахта</p>	<p>Для измельчения возвратных технологических отходов (ПВХ, ПЭ, ПП, ПА)</p>
<p><b>Ударно-отражательного действия</b></p>		
<p>Молотковая мельница</p>	 <p>1 – вал; 2 – молотки, шарнирно закрепленные на валу; 3 – броневые плиты; 4 – загрузочная воронка; 5 – колосниковая решетка</p>	<p>Для измельчения сухих, преимущественно хрупких материалов (ПС, ПЭ, ПММА)</p>

<p>Дезинтегра- тор (стерж- невая мельница)</p>	 <p>материал диск палец</p> <p>являются разновидностью дисковых мельниц, диски вращаются навстречу друг другу с очень высокой скоростью</p>	<p>Для измельчения хрупких и вязких материалов (ПВХ, ПЭ, ПФА)</p>
<p>Вибро- мельница</p>	 <p>1 – корпус; 2 – пружины, на которые опирается корпус; 3 – размалывающие элементы; 4 – привод с вибратором, передающий корпусу колебательные движения</p>	<p>Для тонкого помола</p>
<b>Режущего действия</b>		
<p>Вертикаль- ный гидрав- лический нож с ниж- ним распо- ложением привода</p>	 <p>1 – траверса; 2 – нож гильотинного типа; 3 – колонны; 4 – подвижный стол; 5 – станина; 6 – цилиндр; 7 – плунжер</p>	<p>Для резки кип каучуков</p>
<p>Дисковый нож</p>	 <p>1 – подающий рольганг; 2 – рифленый валик; 3 – дисковый нож; 4 – отборочный рольганг; 5 – ленточный транспортер; 6,7 – цепная передача; 8 – электродвигатель</p>	<p>Для резки синтетического каучука</p>

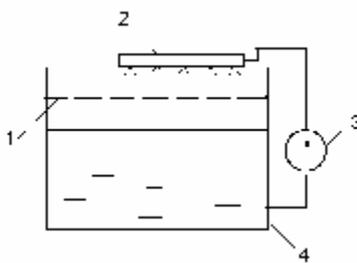
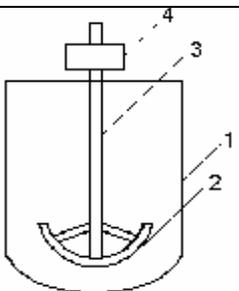
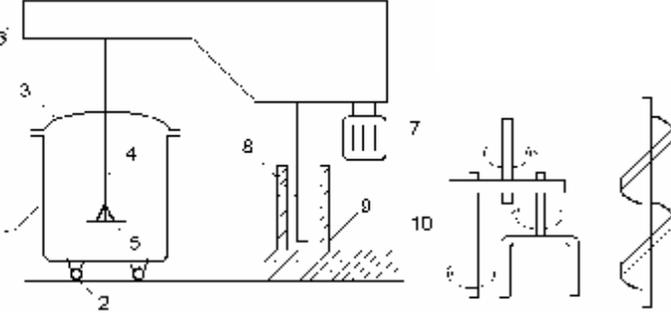
### 3. Смесительное оборудование

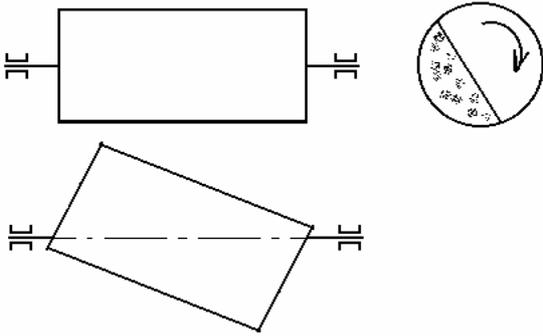
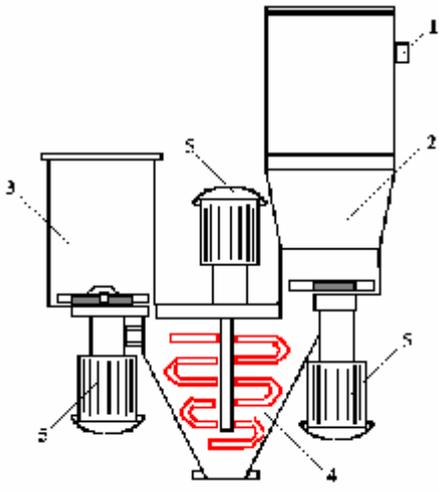
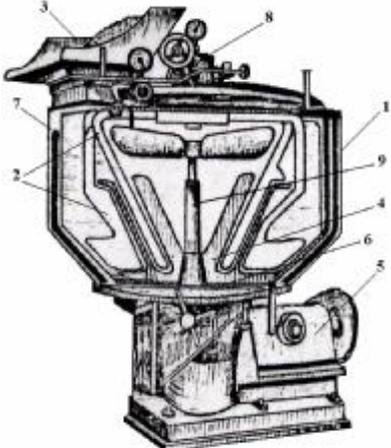
**Смешение** – это процесс механического распределения различных веществ за счет взаимного перемещения частиц, осуществляемого до получения заданного соотношения компонентов в любой точке перемешиваемого объема.

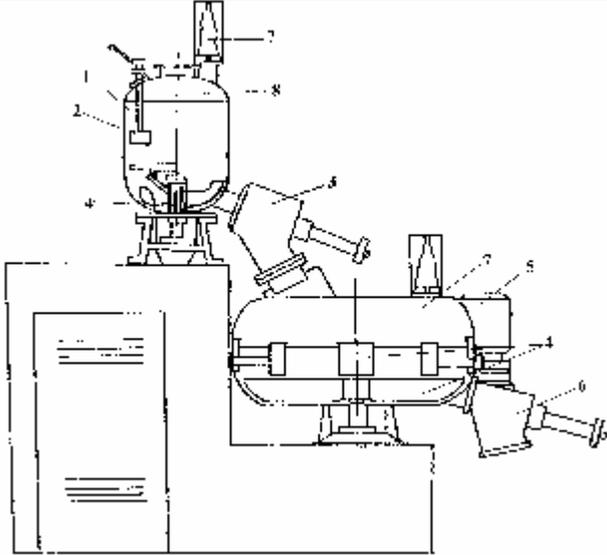
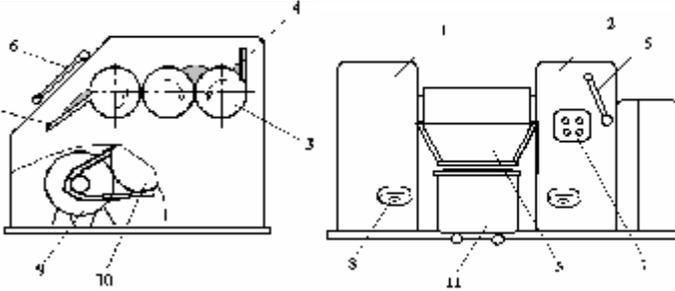
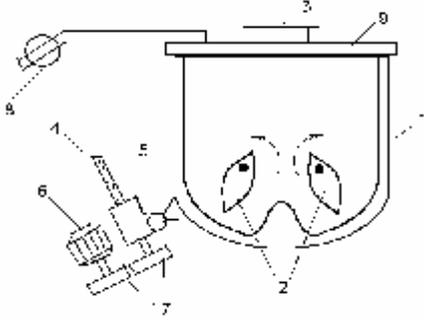
В зависимости от свойств материалов и требуемого размера зерен используют различные смесительные установки.

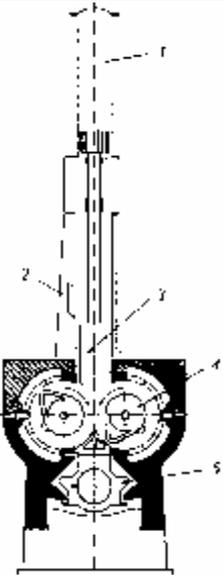
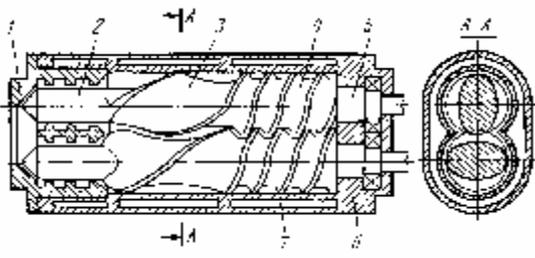
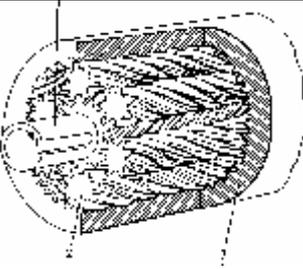
Таблица 3

Смесительные машины и пластикаторы

Машина	Краткая характеристика	Применение
Периодического действия		
Циркуляционный аппарат	 <p>1 – решетка; 2 – разбрызгиватель; 3 – насос; 4 – емкость</p>	Для перемешивания жидкостей
Якорная мешалка (тихоходный)	 <p>1 – смесительная камера; 2 – лопасти; 3 – вал; 4 – привод, состоящий из электродвигателя и редуктора</p>	Для длительных процессов растворения, смешения (ПВХ-паста) или для хранения запаса материала
Смеситель с подъемной вертикальной мешалкой (быстроходный)	 <p>1 – смесительная камера; 2 – опоры в виде колес; 3 – крышка; 4 – вал; 5 – лопасть; 6 – привод; 7 – электродвигатель привода; 8 – плунжер; 9 – гидrocилиндр; 10 – станина</p>	Для смешения и диспергирования ПВХ-паст и полиуретановых растворов

<p>Барабанные смесители</p>	 <p>при вращении барабана материал увлекается в сторону его вращения. При достижении критического угла смесь ссыпается вниз, происходит перемешивание</p>	<p>Для смешения веществ с различным размером зерен (гранул ПС, ПП, ПММА с порошкообразными добавками – смазки, пигменты, порообразователи)</p>
<p>Устройство для окраски гранулята</p>	 <p>1 – подача материала; 2 – дозатор для гранулята; 3 – дозатор для пигмента; 4 – смесительная камера; 5 – привод</p>	<p>Для предварительного смешения гранулята с пигментами (питание экструдера или литьевой машины)</p>
<p>Центробежно- вихревой смеситель</p>	 <p>1 – корпус; 2 – лопастная мешалка, подвешенная на крышке корпуса; 3 – бункер для засыпки материала; 4 – вращающийся конус с окнами; 5 – привод конуса; 6 – скребок; 7 – обогревательная рубашка; 8 – тормозное устройство; 9 – приводной вал</p>	<p>Для смешения жидкостей и сыпучих масс</p>

<p>Двухстадийный лопастной смеситель (турбоскоростной)</p>	 <p>1 – емкость «горячего смешения»; 2 – отражательная лопатка; 3 – переточная труба; 4 – перемешивающее устройство; 5 – электродвигатель; 6 – люк для выгрузки; 7 – емкость «холодного» смешения; 8 – рукавный фильтр</p>	<p>Для смешения порошкообразных термопластов с различными ингредиентами в псевдоожиженном слое с дополнительным охлаждением (введение пигментов, стабилизаторов, пластификаторов и других добавок к поливинилхлориду)</p>
<p>Трехвалковая краскотерка</p>	 <p>1 – левая станина; 2 – правая станина; 3 – передний растирочный валок; 4 – ножевая ракли; 5 – лоток; 6 – рычаг переключения частоты вращения (переключения муфт сцепления); 7 – панель контрольно-регулирующей аппаратуры; 8 – силовой цилиндр прижима валков; 9 – электродвигатель; 10 – клиноременная передача; 11 – передвижной сосуд; 12 – средний валок; 13 – задний валок</p>	<p>Для диспергирования и растирания пастообразных материалов, что достигается путем раздавливания и перитирания частиц и конгломератов исходных материалов между валками, вращающимися с различной скоростью</p>
<p>Роторный смеситель с Z-образными лопастями</p>	 <p>1 – камера, может иметь рубашку; 2 – роторы; 3 – люк; 4 – винт; 5 – гайка с шарниром, который закреплен на корпусе; 6 – двигатель; 7 – шестерни; 8 – противовес; 9 – крышка</p>	<p>Для приготовления клеев и паст повышенной вязкости</p>

<p>Резино- и пластосмеситель</p>	 <p>1 – гидроцилиндр; 2 – загрузочная воронка; 3 – верхний поршневой затвор; 4 – смесительные роторы; 5 – нижний клиновой затвор</p>	<p><u>Резиносмесители</u> –приготовление рез. смесей и пластикация каучука. <u>Пластосмесители</u> –пластикация и гомогенизация предварительно смешанных в сухом состоянии полимерных композиций термопластов и введение в полимер стабилизаторов, красителей и других ингредиентов</p>
Непрерывного действия		
<p>Ко-кнетор</p>	 <p>1 – загрузочное отверстие; 2 – цилиндр со смесительными гребнями; 3 – шнек</p>	<p>Для смешения резиновых смесей и ПВХ-композиций</p>
<p>Двухроторный смеситель</p>	 <p>1 – сменные втулки; 2 – роторы; 3 – гребни; 4 – винтовая нарезка с взаимным зацеплением; 5 – выточки; 6 – камера; 7 – полости для циркуляции теплоносителя</p>	<p>Для пластикации и гомогенизации термопластов</p>
<p>Планетарный многошечковый экструдер</p>	 <p>1 – центральный шпиндель; 2 – планетарный пиндель; 3 – цилиндр</p>	<p>Для пластикации и гомогенизации термопластов</p>

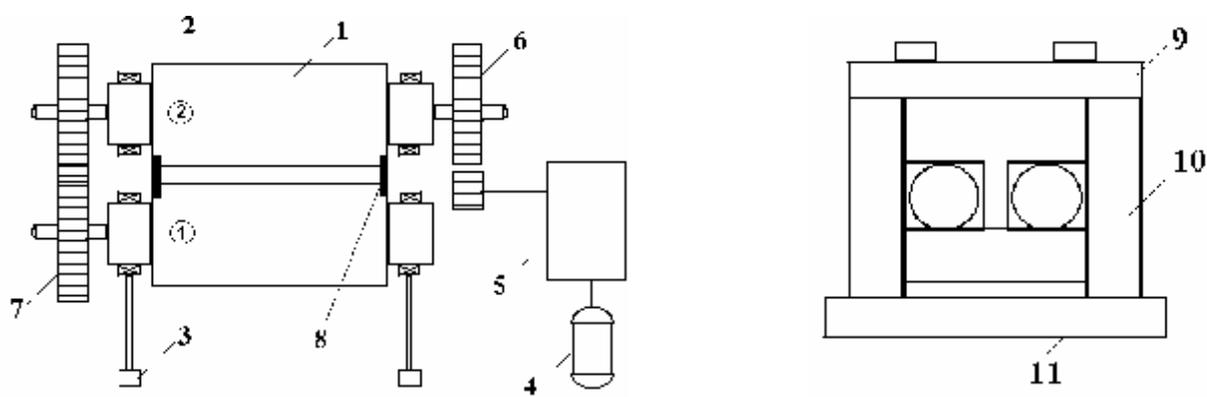
## 4. ВАЛКОВЫЕ МАШИНЫ

### 4.1. Вальцы

**Назначение** – вальцы применяют для пластикации, перемешивания, предварительного формования, размола и дробления полимерных композиций.

#### **Основные типы вальцов:**

- 1) Смесительные – используют для смешения, пластикации и листования ( $f=1.08\div 1.17$ ).
- 2) Подогревательные – используют для дополнительной гомогенизации, дегазации, а также в качестве накопителя массы ( $f\geq 1.17$ ).
- 3) Дробильные – имеют валки разных диаметров с рифленой поверхностью, применяют для дробления жестких частиц ( $f=2,54$ ).
- 4) Размалывающие – с гладкой поверхностью, применяют для тонкого дробления ( $f=2,54$ ).
- 5) Питательные – применяют для питания оборудования ( $f$  – любая).
- 6) Рафинировочные – предназначены для освобождения смесей от твердых частиц. Валки имеют бочкообразную форму.



Вид сверху

Вид сбоку

**Рис. 1. Схема вальцов:** 1 – два полых валка; 2 – 4 подшипника, которые закреплены в двух станинах; станины стянуты траверсами (поперечинами) и установлены на массивной фундаментальной плите; подшипники валка №1 могут передвигаться для регулирования зазора; 3 – штурвал для передвижения валка (также для этой цели может быть использован реверсивный двигатель); 4 – электродвигатель; 5 – редуктор; 6 – приводные шестерни; 7 – фрикционные шестерни (от подбора фрикционных шестерней зависит фрикция вальцев). 8 – стрелки, предназначенные для препятствия попадания обрабатываемого материала в подшипники над валками.

## 4.2. Каландр

**Каландр** – это машина, осуществляющая процесс обработки в зазоре между горизонтальными валками. При каландровании обрабатываемый материал может пройти через зазор между двумя валками один раз. С целью получения нужного эффекта обработки используют машины с несколькими группами валков для пропуска материала последовательно через несколько зазоров.

Каландры по характеру выполняемых операций можно разделить на две группы: формующие; отделочные.

Формующие каландры формируют из термопластичной массы или резиновой смеси пленки или покрытия на волокнистой основе.

Отделочные каландры осуществляют процесс обработки – уплотнение, калибрование, соединение, тиснение уже сформованных материалов – нетканой волокнистой основы, кожкартона, полимерной пленки и т.д.

Главное конструктивное отличие формующих каландров от отделочных – наличие механизмов для установки заданного зазора между валками.

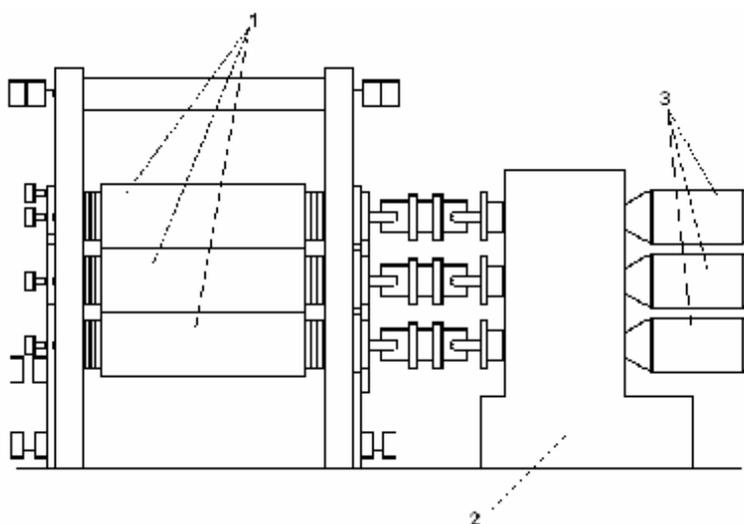


Рис. 2. Схема трехвалкового каландра: 1 – валки; 2 – приводной блок; 3 – двигатели.

Масса, подготовленная в смесителе, подается в запас перед валками, затем масса поступает в первый зазор, толщина слоя уменьшается. Масса поступает на следующий валок, температура которого несколько выше, далее масса попадает в следующий зазор и процесс повторяется. Величина последующих зазоров, как правило, меньше предыдущих.

## 5. Экструзионное оборудование

Под экструзионным производством понимают способ переработки полимерных материалов непрерывным продавливанием их расплава через формующую головку, геометрическая форма выходного канала которой определяет профиль получаемого изделия или полуфабриката.

Основным оборудованием экструзионного процесса является червячный пресс или экструдер, оснащенный формующей головкой.

*Экструдер* – представляет собой цилиндр с вращающимся червяком или шнеком.

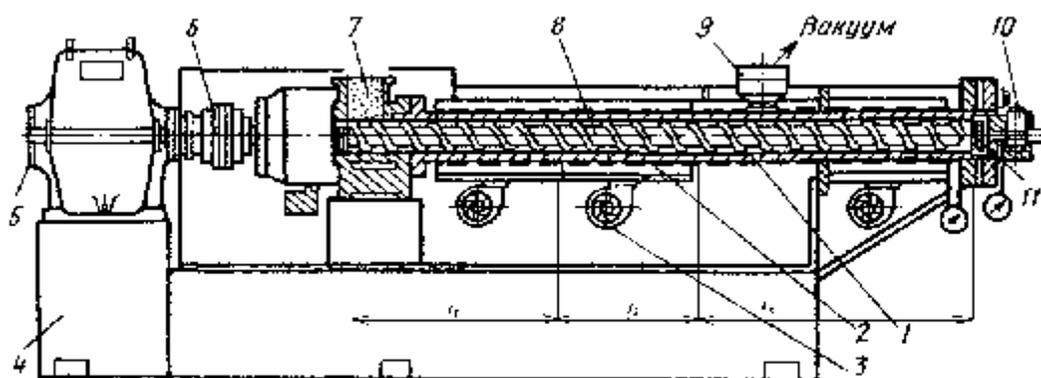
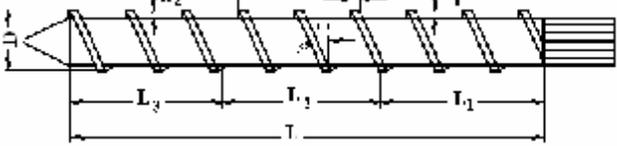
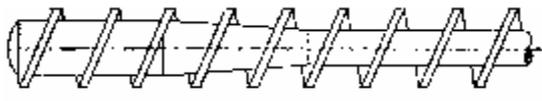
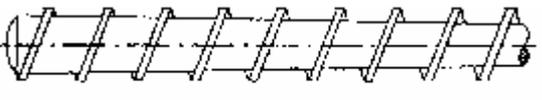
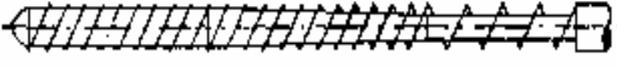
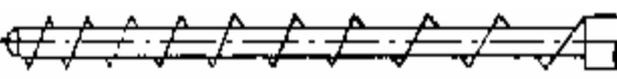
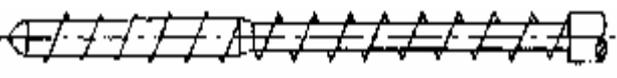
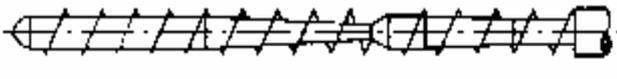
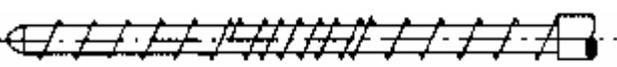


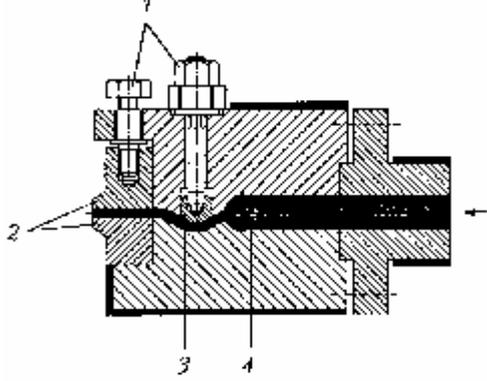
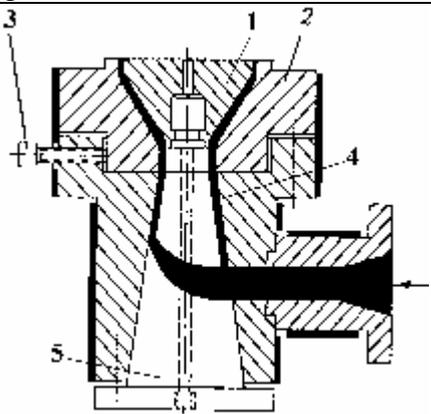
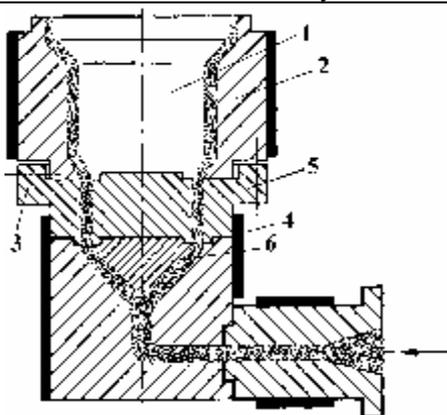
Рис. 3. Схема червячного экструдера: 1 – цилиндр; 2 – нагревательные элементы; 3 – воздуходувки; 4 – станина; 5 – шестеренный редуктор; 6 – муфта; 7 – загрузочная воронка; 8 – шнек; 9 – вакуум-отсос; 10 – экструзионная головка; 11 – фильтрующая решетка.

Материал загружается в цилиндр через воронку, захватывается винтовой нарезкой шнека и перемещается к экструзионной формующей головке. При этом полимер в питающей, зоне шнека размягчается и уплотняется в пробку, в зоне сжатия расплавляется, а в зоне дозирования гомогенизируется и подготавливается к подаче в формующую головку. Формующая головка имеет отверстие через которое материал выдавливается, принимая заданную форму – лист, пленка, профильная полоса.

Экструдеры используют для пластикации каучука, фильтрации от примесей и перемешивания смесей, формования и транспортирования каучуков и термопластов.

## Основные узлы и механизмы экструдера

Основные узлы и механизмы	Краткая характеристика	Назначение
<b>Шнеки</b>		
Универсальный шнек	 <p><math>t</math> – шаг винтовой нарезки; <math>\delta</math> – толщина гребня;;  <math>h_1</math> – высота гребня в зоне загрузки; <math>h_2</math> – высота гребня в конце шнека; <math>\varphi</math> – угол подъема винтовой линии гребня; <math>e</math> – ширина гребня</p>	
Трехзонный шнек		Для транспортирования, смешения сыпучего и гранулированного материала
Шнек с уменьшающимся шагом и постоянной глубиной нарезки		
Шнек в зоне загрузки однозаходный, а в зоне плавления и дозирования двухзаходный		
Однозаходный шнек с уменьшающимся шагом нарезки и постоянной глубиной канала		
Однозаходный шнек со скоростным сжатием (ускоренным плавлением)		Для переработки полимеров с узкой областью плавления
Однозаходный шнек с системой дегазации		Для отвода летучих компонентов из расплава
Барьерный шнек, в зоне дозирования двухзаходный		Для обеспечения большой производительности при оптимальном качестве плавления

Экструзионные головки		
<p>Плоская щелевая головка</p>	 <p>1 – регулировочные винты; 2 – регулирующие планки; 3 – упругий элемент дросселя; 4 – распределительный канал</p>	<p>Для изготовления плоских пленок и листов</p>
<p>Угловая головка с боковой подачей расплава</p>	 <p>1 – дорн; 2 – мундштук; 3 – центрирующий винт; 4 – канал для подачи расплава; 5 – канал для подачи сжатого воздуха</p>	<p>Для изготовления пленки с последующим ее раздуванием в виде бесшовного рукава малого и среднего диаметра</p>
<p>Угловая головка с центральной подачей расплава</p>	 <p>1 – дорн; 2 – мундштук; 3 – центрирующий винт; 4 – канал для подачи расплава; 5 – дорнодержатели; 6 – конус-рассекатель</p>	<p>Для изготовления пленки с последующим ее раздуванием в виде бесшовного рукава большого диаметра</p>

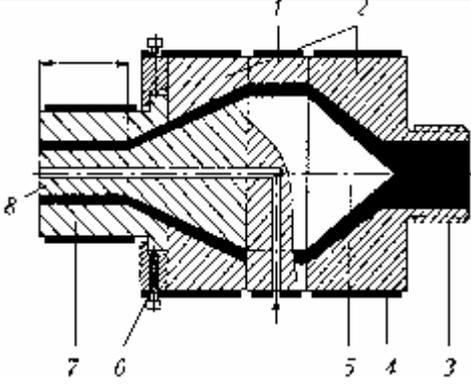
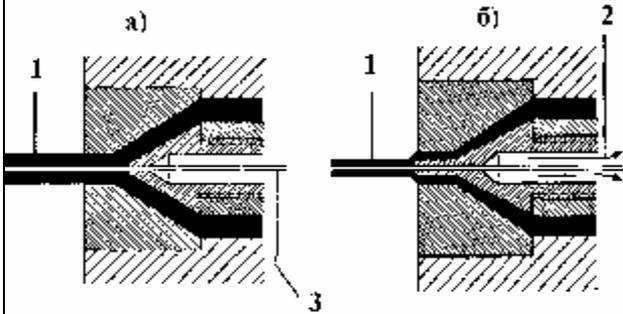
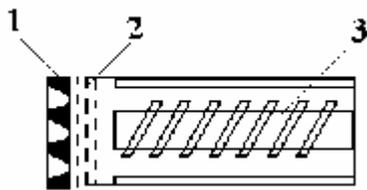
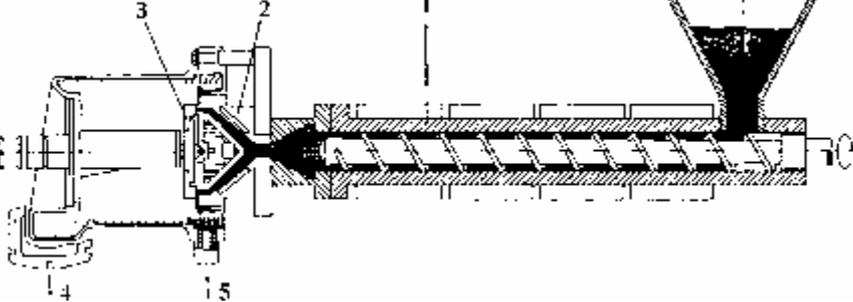
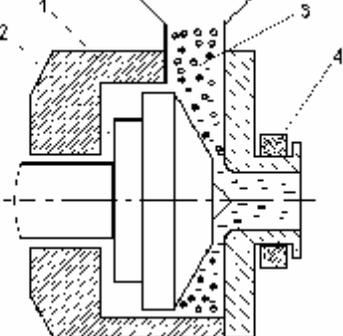
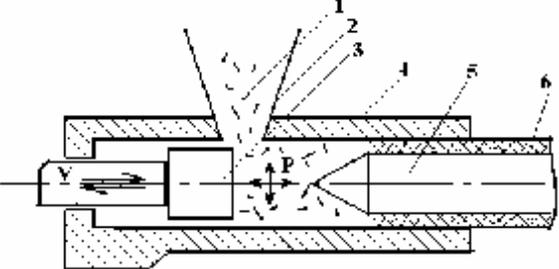
<p>Головки для изготовления труб и профилей</p>	 <p>1 – держатель дорна; 2 – корпус; 3 – крепежный элемент; 4 – нагревательный элемент; 5 – наконечник дорна; 6 – центрирующий элемент; 7 – фильера; 8 – дорн</p>	<p>Для изготовления труб и полых профилей</p>
<p>Головки для нанесения изоляции экструзией</p>	 <p>а – облицовка внутри головки; б – облицовка вне головки 1 – полимерный изоляционный материал; 2 – вакуум; 3 – электрический проводящий кабель</p>	<p>а – для первичной изоляции провода; б – для наложения изоляции на несколько скрученных или уже изолированных проводов</p>

Таблица 5

Специальные типы экструдеров

Экструдер	Краткая характеристика	Применение
<p>Фильтр-пресс</p>	 <p>1 – шайба; 2 – сетки; 3 – червяк</p>	<p>Для фильтрации резиновых смесей</p>
<p>Гранулятор червячного типа (горячей резки)</p>	 <p>1 – экструдер; 2 – многоканальная головка; 3 – ротационный нож; 4 – гранулят в водном потоке; 5 – подача воды</p>	<p>Для гранулирования каучуков, резиновых смесей и термопластов</p>

<p>Дисковые экструдеры</p>	 <p>1 – корпус; 2 – диск; 3 – полимерный материал; 4 – кольцевой электронагреватель</p>	<p>Для смешения, окрашивания, дегазации и обезвоживания материалов</p>
<p>Поршневые экструдеры</p>	 <p>1 – порошковый полимер; 2 – бункер; 3 – плунжер; 4 – материалый цилиндр; 5 – дорн; 6 – дорнодержатель</p>	<p>Для переработки определенных марок фенопластов и фторопластов</p>

## 6. Литьевые машины

**Литье под давлением** – это один из основных методов переработки полимеров.

Литье под давлением включает в себя пластикацию гранулированного или порошкообразного материала и его перемещение под высоким давлением и на высокой скорости в формующую полость литевой формы, где он затвердевает, а затем извлекается.

### **Этапы работы термопластовых автоматов:**

1) Пресс-форма сомкнута. При вращении червяка, гранулы полимерного материала поступают из бункера в цилиндр, расплавляются и расплав проталкивается к соплу выходного отверстия цилиндра.

2) Расплав, накопленный перед червяком, выдавливается через литниковый канал в пресс-форму. Его выдерживают в пресс-форме под давлением и охлаждают, подачей воды в каналы пресс-формы.

После развода полуформ изделие само выпадает или выталкивается специальным устройством.

Литьевые машины в соответствии с конструкцией механизма пластикации делятся на машины с поршневой и червячной пластикацией.

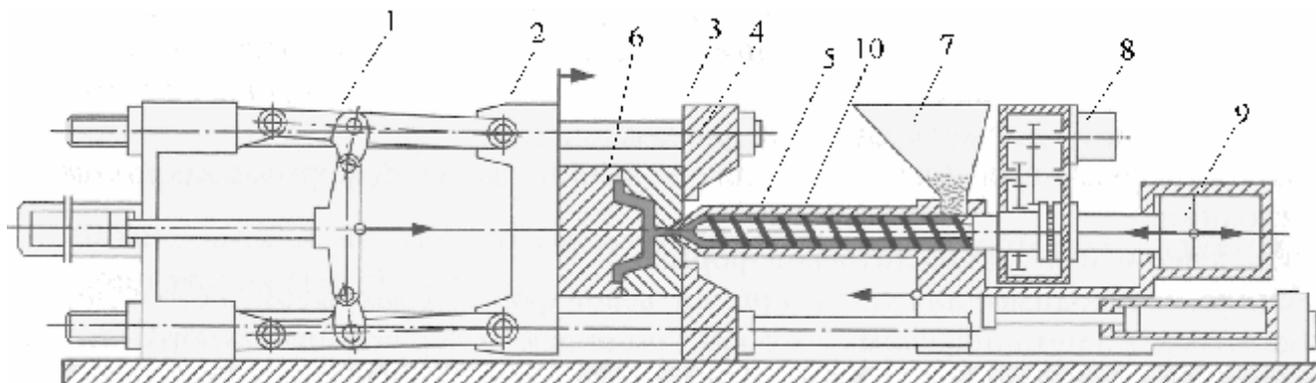


Рис. 4. Схема литьевой машины с червячной пластикацией расплава: 1 – узел смыкания литейной формы; 2, 3 – плиты, на которых закреплены полуформы для отливки изделий; 4 – пружины; 5 – инжекционный цилиндр; 6 – пресс-форма, состоящая из двух полуформ; 7 – бункер; 8 – механический привод; 9 – гидропривод; 10 – червяк; 11 – стержень, регулирующий перемещение гидроцилиндра путем воздействия на конечные выключатели.

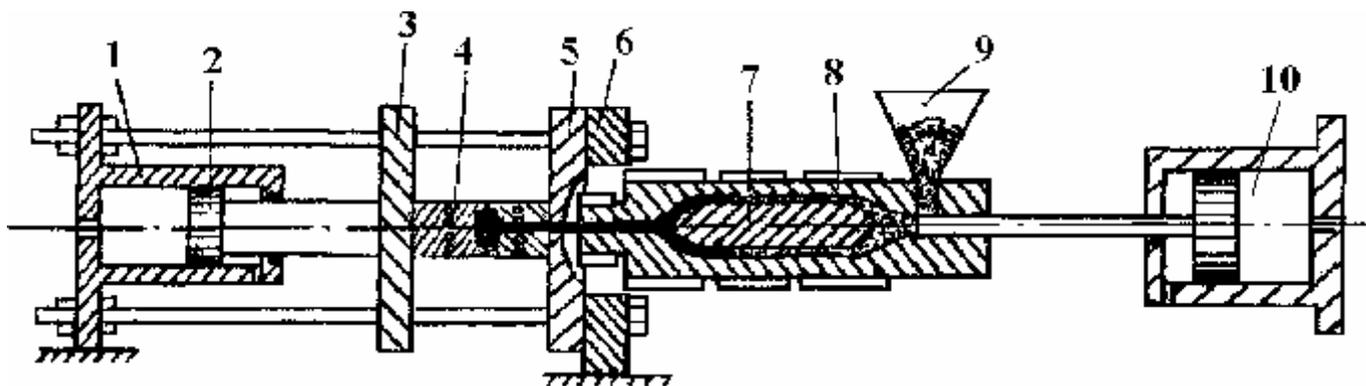
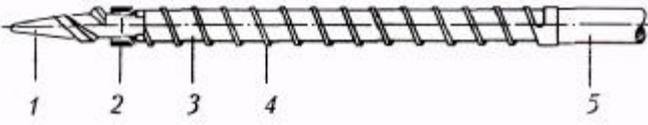
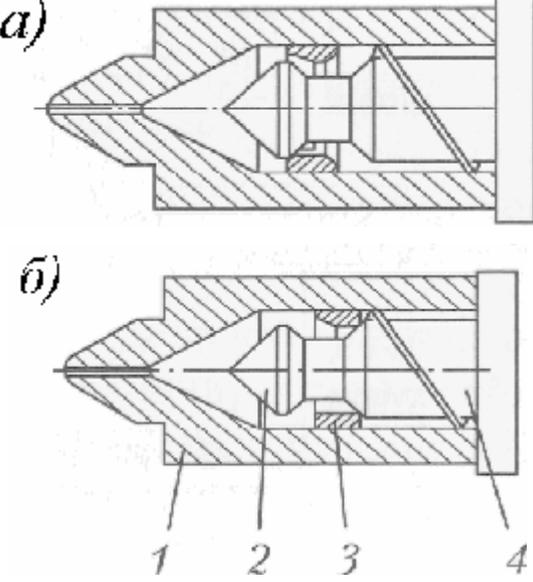
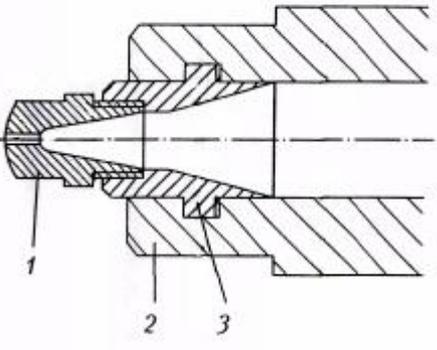
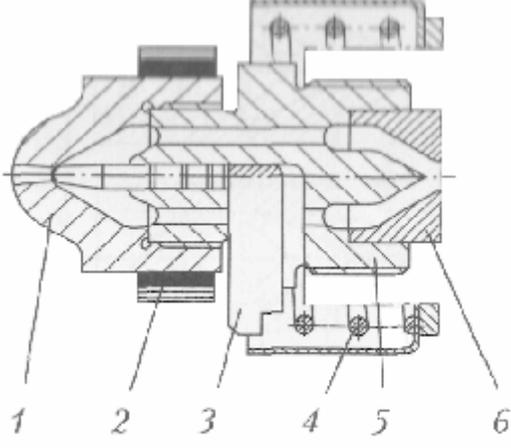
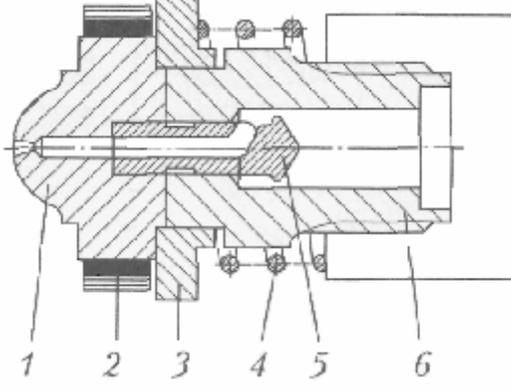
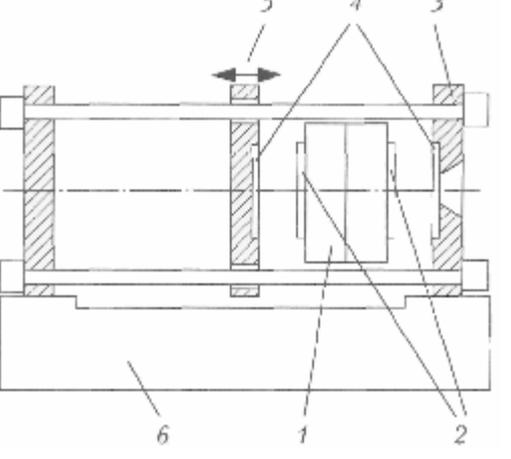


Рис. 5. Схема литьевой машины с поршневой пластикацией расплава: 1 – гидравлический цилиндр; 2 – поршень; 3 – подвижная плита; 4 – литейная форма; 5 – неподвижная плита; 6 – сопло; 7 – торпеда; 8 – инжекционный цилиндр; 9 – бункер; 10 – гидропривод.

## Основные узлы и механизмы

Узел (механизм)	Краткая характеристика	Назначение
Узел пластикации		
Универсальный шнек	 <p>1 – наконечник шнека; 2 – обратный клапан; 3 – шнек; 4 – виток шнека; 5 – хвостовик шнека</p>	Для подачи, пластикации и гомогенизации материала; (для переработки основных видов термопластов)
Обратный клапан кольцевого типа	 <p>а) пластикация; б) впрыск и подпитка; 1 – материальный цилиндр; 2 – наконечник шнека; 3 – клапанное кольцо; 4 – шнек</p>	Для предотвращения при впрыске образования в пластикаторе встречного потока расплава и повышения действенности плунжера
Мундштук свободного истечения	 <p>1 – мундштук; 2 – материальный цилиндр; 3 – быстродействующий затвор</p>	Для полимеров с высокой вязкостью расплава и для ПВХ и полиформальдегида (отвод выделяющихся газов)

<p>Мундштук с управляемым игольчатым клапаном</p>	 <p>1 – мундштук; 2 – ленточный нагреватель; 3 – держатель пружины; 4 – нажимная пружина; 5 – корпус клапана и игла; 6 – переходник</p>	<p>Для переработки текучих расплавов, дает возможность шприцевания массы расплава</p>
<p>Мундштук с шиберным затвором</p>	 <p>1 – мундштук; 2 – ленточный нагреватель; 3 – опорная планка; 4 – нажимная пружина; 5 – корпус клапана; 6 – головка шибера</p>	<p>Для переработки текучих расплавов</p>
<p>Узел смыкания</p>	 <p>1 – литевая форма; 2 – центровочный выступ; 3 – неподвижная передняя плита; 4 – центровочные углубления; 5 – подвижная крепежная плита; 6 – станина машины</p>	<p>Для контакта с мундштуком; размыкания и смыкания литевой формы; создания усилия смыкания литевой формы; извлечения изделия из литевой формы</p>

## 7. Оборудование для экструзионно-раздувного формования

**Раздувное формование** – раздувание экструдированного термопластичного участка трубной заготовки внутри разъемной полый формы до тех пор, пока заготовка не примет конфигурацию ее внутренней полости.

В зависимости от способа получения заготовки различают два метода раздувного формования: экструзионный и литьевой.

**Экструзионный метод** – заготовка формируется с помощью экструдера в виде трубки (рукава), которая затем поступает в форму, где и происходит непосредственно процесс формования изделия за счет создания внутри заготовки повышенного давления воздуха. Агрегат для раздувного формования состоит из экструдера с угловой головкой и раздувного узла с узлом смыкания (рис 6).

**Литьевой метод раздувного формования** предполагает получение заготовки методом литья под давлением.

После окончания процесса литья форма размыкается, и сердечник вместе с горячей заготовкой перемещается в другую форму, где после смыкания полуформ осуществляется процесс раздува за счет поддачи сжатого воздуха во внутреннюю полость. Стадии отливки заготовки и ее раздува могут быть разделены.

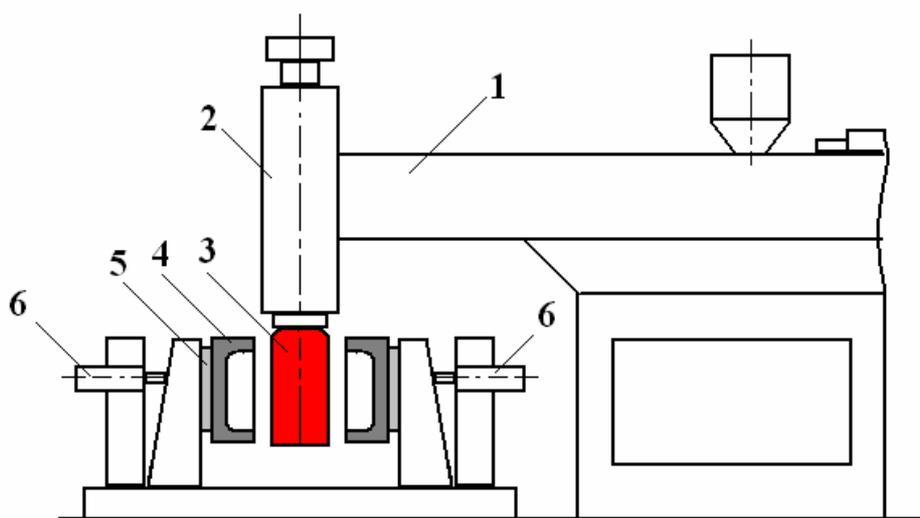
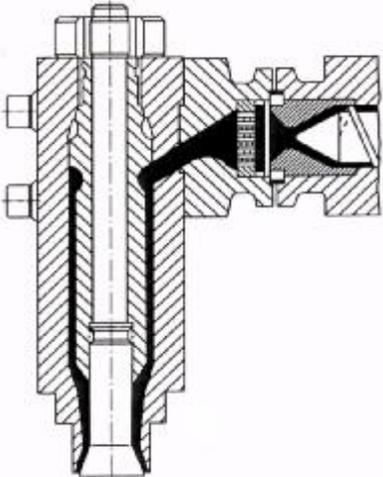
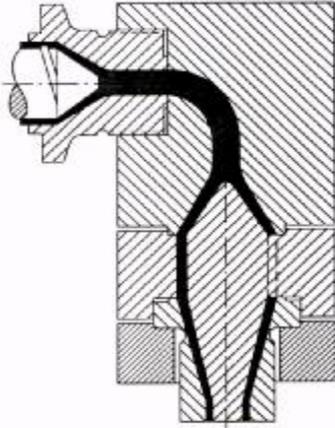
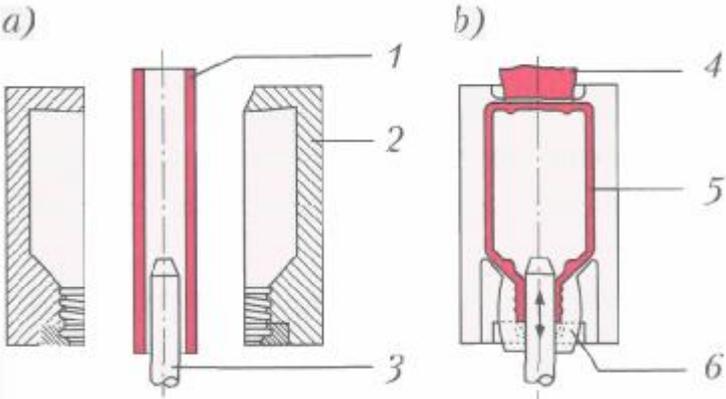


Рис. 6. Схема агрегата для экструзионно-раздувного формования: 1 – экструдер; 2 – накопительная головка; 3 – рукав; 4 – раздувная форма; 5 – крепежные плиты; 6 – гидравлический узел смыкания формы

## Основные узлы и механизмы

Узел (механизм)	Краткая характеристика	Назначение
Головка с радиальным обтеканием	 <p data-bbox="421 831 1193 925">подаваемый сбоку полимерный расплав обтекает дорн в кольцевом или тангенсоидном канале и вновь объединяется после поворота</p>	Для получения полых изделий в основном из полиэтилена и полипропилена
Головка с осевым обтеканием	 <p data-bbox="421 1391 1193 1485">поступающий из экструдера поток попадает на вершину конуса дорна и обтекает его в кольцевом канале, образуя на выходе полое изделие</p>	Для переработки термочувствительных термопластов (ПВХ) и при изготовлении раздувных изделий больших размеров из ПЭ
Раздувная форма	 <p data-bbox="421 1917 1193 2018">а) форма открыта; б) форма закрыта 1 – рукав; 2 – форма; 3 – раздувной дорн; 4 – отжимной участок рукава; 5 – бутылка; 6 – калибровка горловины</p>	Для формования готовых полых изделий

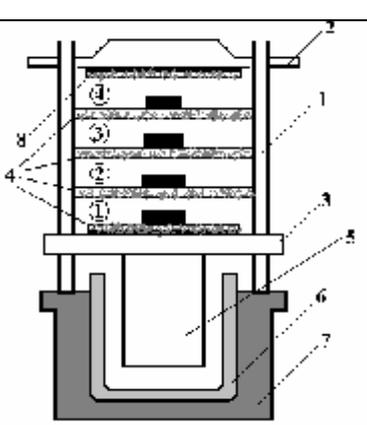
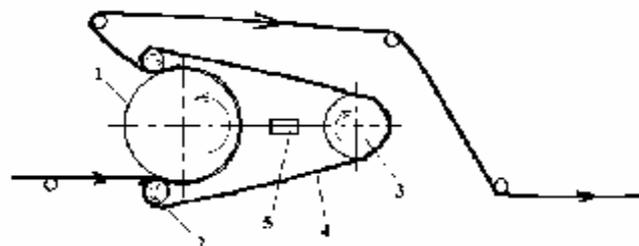
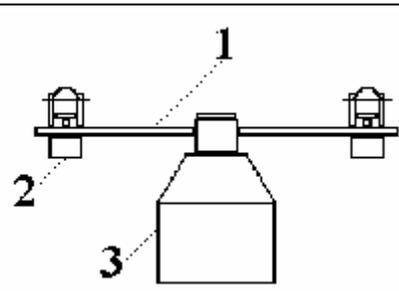
## 8. Вулканизационные машины и прессы

Оборудование подразделяют на 2 группы:

1. Периодического действия (прессы);
2. Непрерывного действия (вулканизационные машины).

Таблица 8

Вулканизационные машины и прессы

Машина	Краткая характеристика	Применение
Периодического действия		
4-х этажный вулканизационный пресс колонного типа нижнего давления	 <p>1 – колонны; 2 – верхняя траверса; 3 – нижняя подвижная траверса; 4 – подвижные обогреваемые плиты; 5 – плунжер; 6 – гидроцилиндр; 7 – станина; 8 – неподвижная обогреваемая плита</p>	Для вулканизации пластин и изделий для низа обуви из сырой резины
Непрерывного действия		
Барабанный пресс	 <p>1 – обогреваемый барабан; 2 – направляющие валики; 3 – валик натяжения; 4 – стальная лента; 5 – регулятор натяжения ленты</p>	Для вулканизации прорезиненных материалов, пропитывания и склеивания волокнистых масс пастами ПВХ-композиций
Карусельный вулканизационный пресс	 <p>1 – поворотный стол; 2 – пресс-точка; 3 – основание</p>	Для вулканизации деталей из наполненных резин, обладающих низкой текучестью, с использованием различных армирующих средств

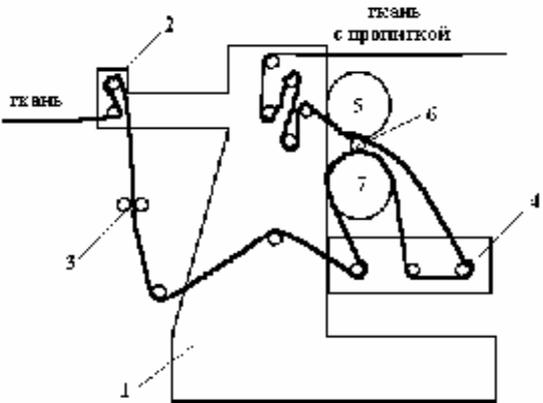
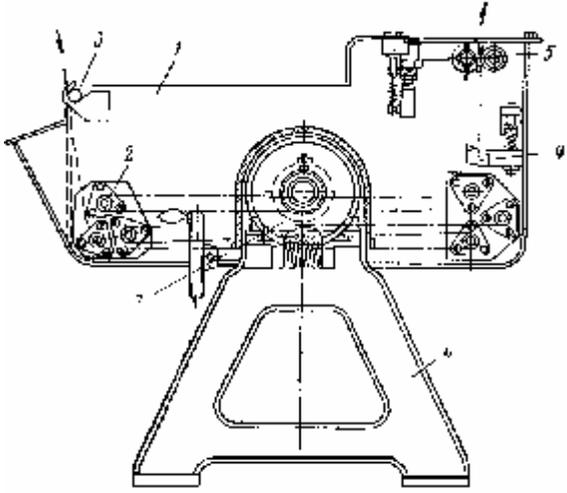
## 9. Наносные и пропиточные машины

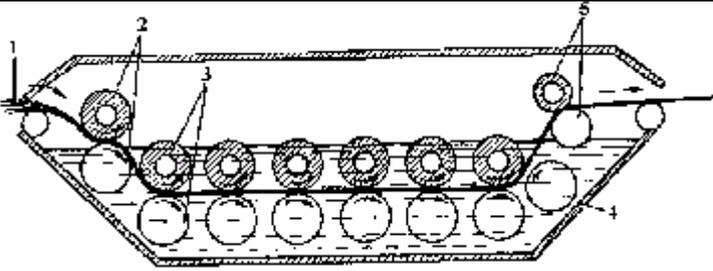
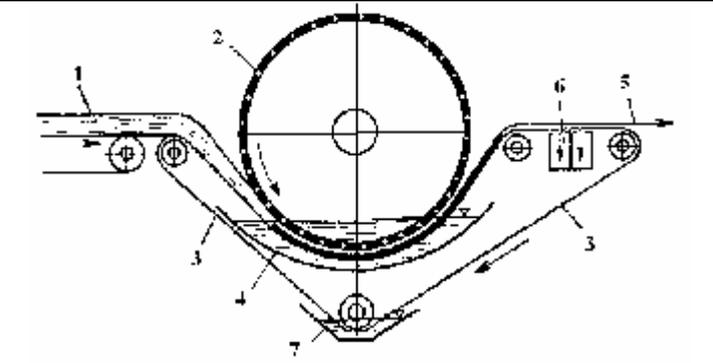
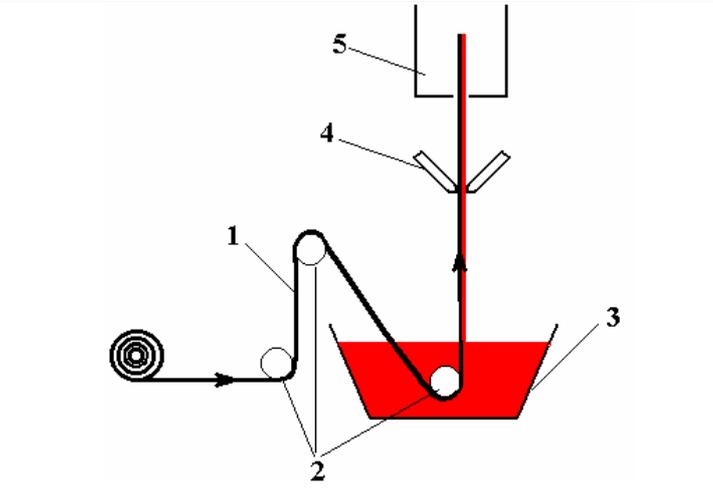
Наносные машины являются наиболее распространенным видом оборудования для нанесения полимерных покрытий на подложку.

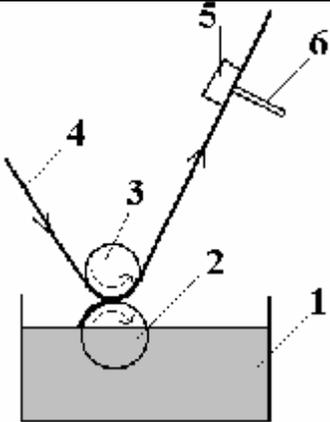
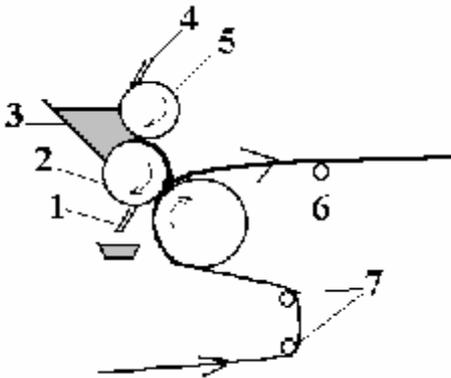
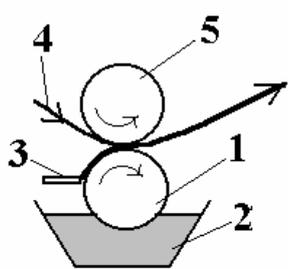
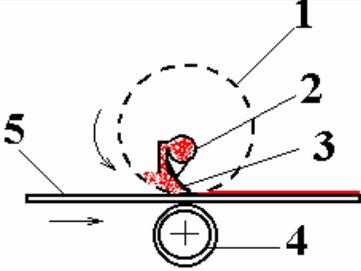
Пропиточные машины предназначены для введения жидкого связующего в межволоконное пространство волокнистой основы.

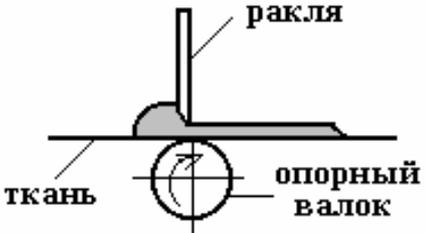
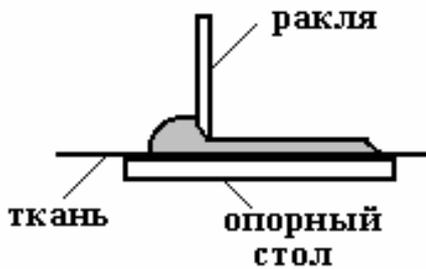
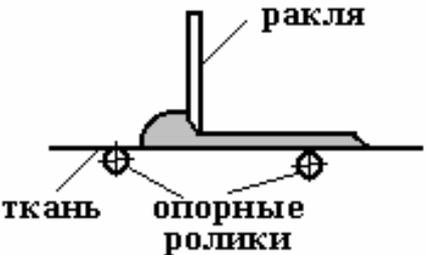
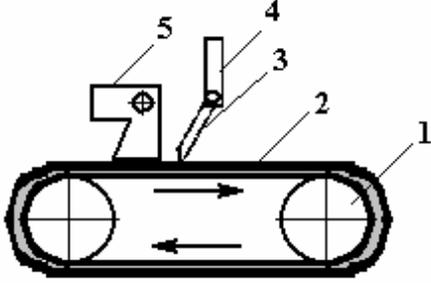
Таблица 9

Наносные и пропиточные машины

Машина	Краткая характеристика	Применение
Машины для пропитки		
Трехвалковая плюсовка	 <p>1 – станина, состоящая из двух чугунных рам; 2 – заправочное устройство, (тормозные ролики для регулирования натяжения материала); 3 – тканенаправитель; 4 – пропиточная ванна, на дне которой имеется змеевик для подогрева жидкости; 5, 6, 7 – верхний, средний и нижний валки</p>	Для введения жидкого связующего в межволоконное пространство волокнистой основы ИК (сплошная пропитка)
Джиггер	 <p>1 – ванна; 2 – вращающиеся валки; 3 – направляющий валик; 4 – ножи для снятия избытка жидкости; 5 – ролики для отжатия жидкости; 6 – стойки; 7 – механизм для опрокидывания ванны</p>	Для пропитывания ткани вязкими составами

<p>Пропиточная ванна с погруженными в раствор валками</p>	 <p>1 – волокнистый холст; 2 – питающие валики; 3 – транспортирующие рифленые валики; 4 – ванна с раствором; 5 – отжимные валики</p>	<p>Для пропитки волокнистых холстов для искусственной кожи</p>
<p>Пропиточная ванна с вакуумным барабаном</p>	 <p>1 – непропитанный холст; 2 – перфорированный вакуумный барабан; 3 – металлическая сетка; 4 – ванна с раствором; 5 – холст; 6 – вакуумный отсос; 7 – ванночка для очистки сетки</p>	<p>Для пропитки волокнистых холстов для искусственной кожи</p>
<p>Валковые наносные устройства</p>		
<p>Устройство для нанесения покрытия методом погружения</p>	 <p>1 – подложка; 2 – направляющие валики; 3 – ванна; 4 – скребки; 5 – канал подачи горячего воздуха</p>	<p>Для обработки ПВХ-пастой низкой вязкости тканей с крупными ячейками или когда необходимо избежать образования адгезионного слоя при обработке синтетических тканей</p>

<p>Устройство для нанесения покрытия попутным наносным валком</p>	 <p>1 – ванна; 2 – наносный валок; 3 – опорный валок; 4 – ткань; 5 – опора; 6 – лезвие</p>	<p>Для нанесения маловязких покрытий толщиной 6–50 мкм</p>
<p>Устройство для нанесения покрытия встречным наносным валком</p>	 <p>1, 4 – ножевые ракля; 2 – наносный валок; 3 – ограничительный нож; 5 – дозировочный валок; 6 – опорный валок; 7 – направляющие ролики</p>	<p>Для нанесения поливинилхлоридных паст и дисперсий толщиной от 30 до 50 мкм</p>
<p>Растровые наносные валки</p>	 <p>1 – растровый валок; 2 – ванна; 3 – нож; 4 – основа; 5 – опорный валок</p>	<p>Для нанесения отделочных покрытий равномерными тонкими слоями, в том числе водных дисперсий полиуретана</p>
<p>Устройство для нанесения покрытия трафаретной печатью</p>	 <p>1 – перфорированный шаблон; 2 – подача пасты; 3 – ракля; 4 – валок противодействия; 5 – подложка</p>	<p>Для нанесения на подложку ПВХ-пасты в виде рельефных рисунков</p>

Машины с rakelными устройствами			
Наносное устройство с опорным валком			Для нанесения различных полимерных масс, резинового клея высокой плотности и клеев расплавов
Наносное устройство с ножом на столе		Данные устройства состоят из ножа (ракля), в зазоре между фаской которого и подложкой при движении последней формируется слой покрытия.	Для обеспечения глубокого проникновения связующего в межволоконное пространство основы (почти не используется)
Наносное устройство с воздушной rakelю			Для нанесения очень тонких слоев на ткань
Наносная машина с резиновым опорным конвейером		1 – опорные валы; 2 – резиновый конвейер; 3 – нож (ракля); 4 – ножедержатель; 5 – ограничители, препятствующие стеканию пасты по краям	Для нанесения ПВХ-покрытий, клеевых растворов, нитроцеллюлозных покрытий, масляных покрытий

## Список литературы

1. Евдокимов В.В. Оборудование и механизация производства полимерных пленочных материалов и искусственных кож. – М.: Легпромбытиздат, 1992. – С.272.
2. Факторович Ю.Д. Оборудование промышленности искусственных кож и пленочных материалов. Справочник. – М.: Химия, 1986.
3. Лукач Ю.Е., Петухов А.Д., Сенатос В.А. Оборудование для производства полимерных пленок. – М.: Машиностроение, 1981.
4. Оборудование для переработки пластмасс: Справочн. пособие/ Под ред. В.К. Завгороднего. – М.: Машиностроение, 1976.
5. Бекин Н.Г. и др. Оборудование и основы проектирования заводов резиновой промышленности. – Л.: Химия, 1985.
6. Производство изделий из полимерных материалов: Учеб. пособие / В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2004. – 494 с.
7. Шварц О., Эбелинг Ф.-В., Фурт Б. Переработка пластмасс/ Пер. с нем. Под ред. А.Д. Паниматченко. – СПб.: Профессия, 2005. – 320 с.
8. Володин В.П. Экструзия профильных изделий из термопластов. – СПб.: Профессия, 2005. – 480 с.
9. Оссвальд Т.А., Гунг Л.-Ш., Грэман П.Дж. Литье пластмасс под давлением. – СПб.: Профессия, 2006. – 712 с.
10. Торнер Р.В., Акутин М.С. Оборудование предприятий по переработке пластмасс. – М.: Химия, 1986. – 400 с.

## Оглавление

	Введение	3
1.	Оборудование для хранения и дозирования сырья и материалов	4
2.	Машины для измельчения и размола	6
3.	Смесительное оборудование	10
4.	Валковые машины	14
4.1.	Вальцы	14
4.2.	Каландр	15
5.	Экструзионное оборудование	16
6.	Литьевые машины	20
7.	Оборудование для экструзионно-раздувного формования	24
8.	Вулканизационные машины и прессы	26
9.	Наносные и пропиточные машины	27
	Список литературы	31

Составители:

Колесникова Елена Владимировна  
Колесников Алексей Алексеевич

Оборудование для предприятий по переработке полимерных материалов  
Иллюстрационный материал к курсу «Основы проектирования и оборудование  
предприятий по переработке полимеров»

Подписано в печать 08.10.2007. Формат 60×84 1/16. Бумага писчая.

Усл. печ. л. 1,40 Уч.-изд. л.1,55 Тираж 70 экз. Заказ

ГОУ ВПО Ивановский государственный  
химико-технологический университет  
Отпечатано на полиграфическом оборудовании кафедры  
экономики и финансов ГОУ ВПО «ИГХТУ»

153000, г.Иваново, пр. Ф.Энгельса, 7