

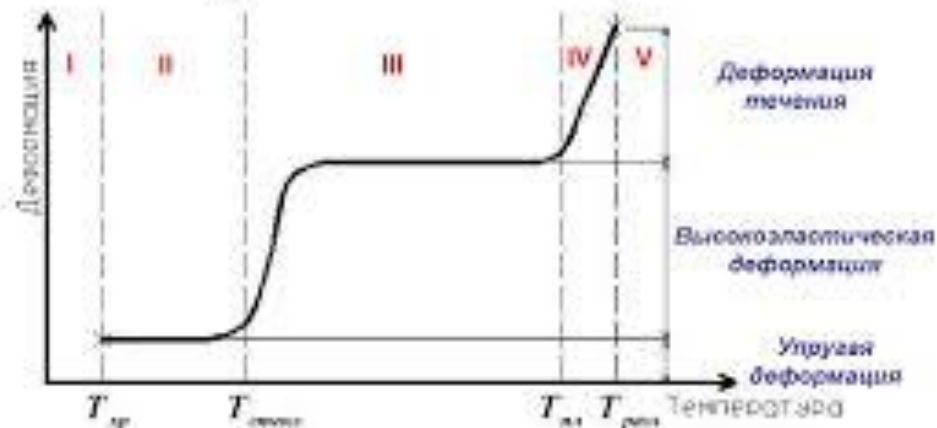
# Технологии переработки полимеров



Крупнотоннажные материалы : полиэтилен (PE) и полипропилен (PP), стирольные пластики (PS) и АБС (ABS), акрилаты (acrylic), ПВХ (PVC) и бутылочный ПЭТ (PET).



### Термомеханическая кривая



### Три состояния линейного аморфного полимера

- I – хрупкость
- II – стеклообразное состояние
- III – высокоэластичное состояние
- IV – вязкотекучее состояние
- V – разложение (деструкция)



# Основные методы переработки полимеров



Область переработки полимеров охватывает следующие основные направления:

1. выбор оптимального метода переработки и условий его осуществления
2. разработка наиболее пригодной для данного метода рецептуры материала и его приготовления;
3. подготовка полученного материала к формованию (гранулирование, таблетирование и т. д.);
4. проектирование изделий из пластмасс и проектирование формующего инструмента (пресс-форм, литьевых форм, головок экструдеров, для выдувных и вакуум-формовочных изделий);
5. процесс формования изделий с заданными эксплуатационными характеристиками;
6. последующие виды обработки изделий с целью улучшения их свойств (термообработка, радиационное сшивание, декоративная обработка, металлизация и т.п.)



## Технологические процессы и технологические схемы процессов переработки:

основные общие стадии технологических процессов и их содержание применительно к процессам переработки полимеров : прием сырья, входной контроль сырья, подготовка сырья, дозирование сырья, формование изделий, промежуточный контроль свойств изделий, обработка отформованных изделий, выходной контроль изделий, упаковка, складирование, переработка технологических отходов.



## Технологические параметры основных процессов переработки полимерных материалов

- Литье под давлением термопластов
- Экструзия термопластов
- Литье под давлением реактопластов
- Прессование



Пресс-форма на термопластавтомат



**Литье пластмасс под давлением** наряду с экструзией является наиболее распространенным и изученным методом переработки пластмассы в готовые продукты или полуфабрикаты. В отличие от экструзии, данный метод позволяет сразу получить деталь заданных размеров и практически любой геометрии. Метод применяют главным образом при производстве изделий из термопластов

Давление литья, развиваемое термопластавтоматами,  
80-140 МПа

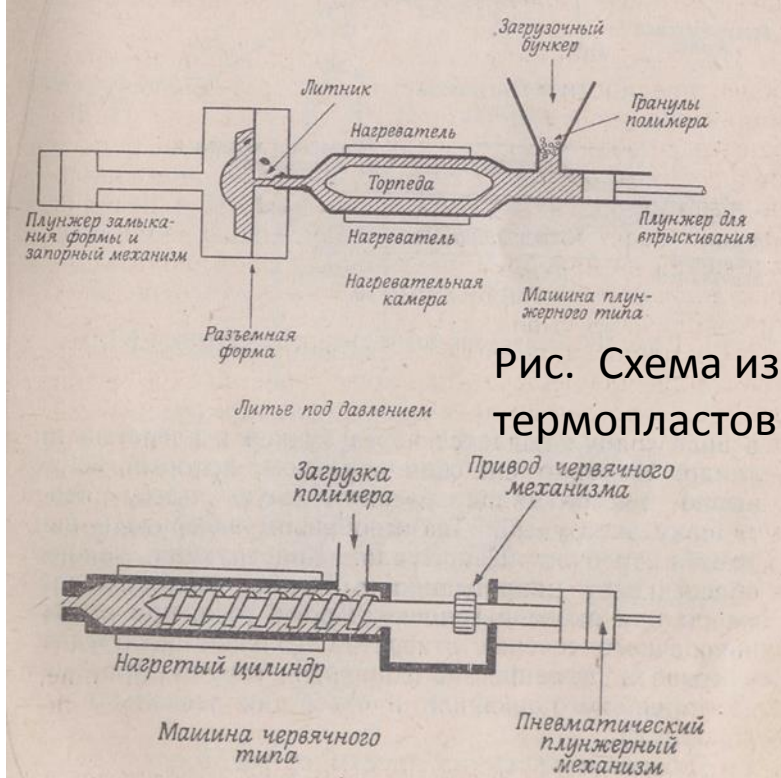


Рис. Схема изготовления изделий из термопластов литьем под давлением



## Методы литья под давлением.

+ : Позволяют изготавливать изделия из термопластов массой от 1 гр до 50 кг. Они отличаются высокой степенью автоматизации, машины управляются ЭВМ. Процессы отличаются высокой автоматизацией. Не требуют подогрева пресс-формы. Позволяют получать многоцветные и пористые с переменной плотностью по сечению, многослойные изделия.

- : Высокая стоимость формирующего инструмента; невысокая производительность при изготовлении армированных изделий, изделий сложной конфигурации. Применяются для термопластов и некоторых резин, литье реактопластов применяется реже.

## Экструзия

Экструзия – способ получения изделий или полуфабрикатов из полимерных материалов неограниченной длины путем выдавливания расплава полимера через формующую головку (фильеру) нужного профиля. Экструзия - одним из самых популярных методов изготовления пластмассовых изделий. Экструзии подвергаются практически все основные типы полимерных материалов: термопласты, реактопласты, а также эластомеры. В основном для экструзии пластмасс применяют шнековые, или червячные, экструдеры.

Применяют для переработки термопластов в ленты, трубки, пленки, листы, а также для покрытия проводов. По принципу действия сходен с литьем под давлением. Твердый полимерный материал (в виде порошка или гранул) поступает в экструдер через бункер, разогревается в цилиндре и в виде вязкой массы непрерывно выдавливается шнеком через сопло, имеющее различные профили. При прохождении через сопло и выходе из него ПМ охлаждается и затвердевает в виде профильных изделия (с сечением сопла).

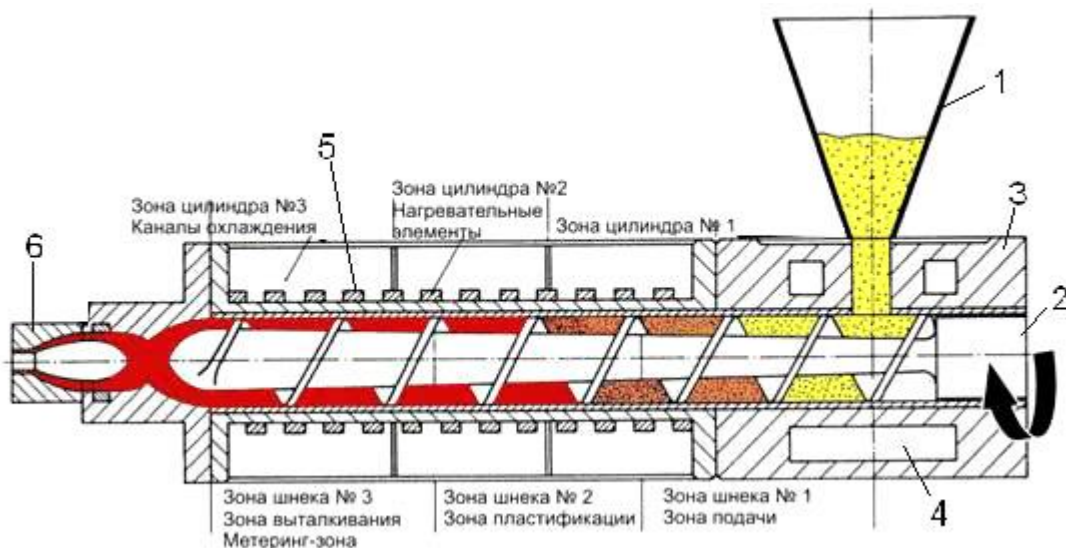


Рис. Схема работы экструдера

# Выдувное формование

К достоинствам этого метода относят:

- возможность изготовления изделий с любой геометрической поверхностью,
- высокую производительность,
- высокую степень (практически полную) автоматизации процесса,
- относительную простоту и невысокую стоимость изготовления форм,
- возможность использования вторичного сырья.

Недостатками этого способа является высокая разнотолщинность изделий и образование вторичных отходов в виде облоя.

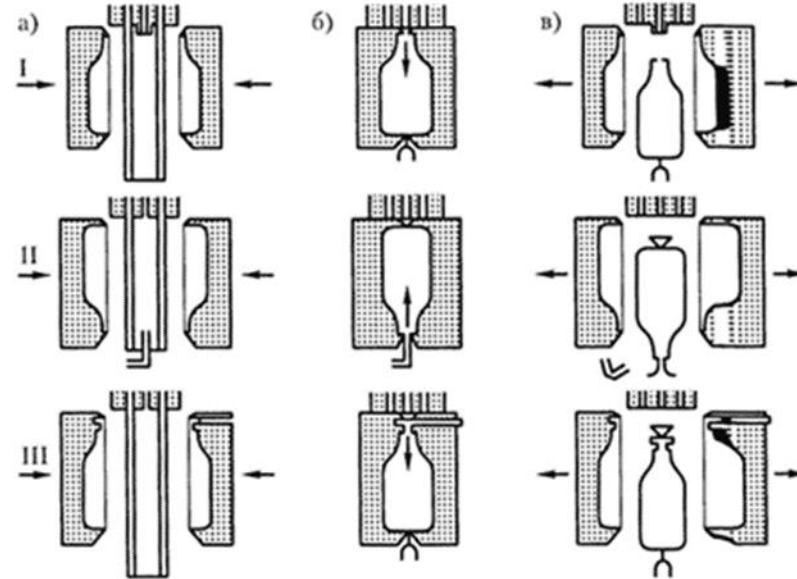
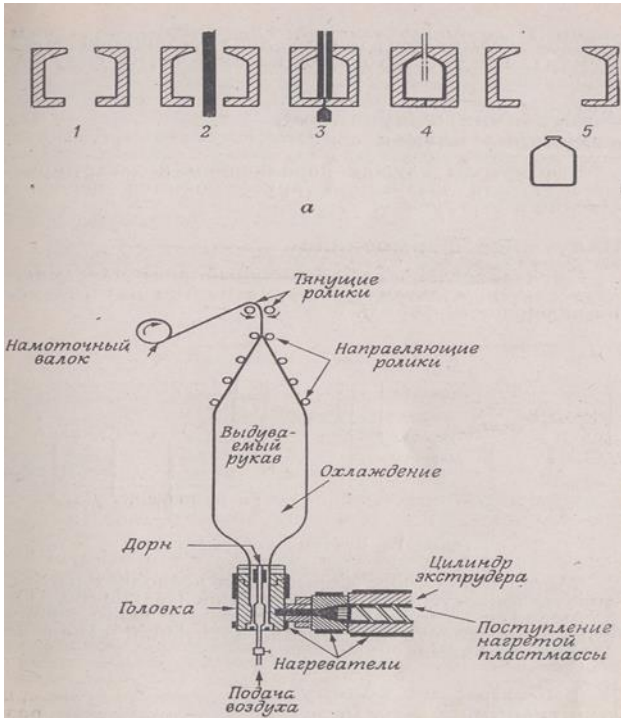


Рис. Схема выдувания полых изделий из термопласта:

- 1 – форма; 2 – нагретая пластмасса, экструдированная через форму;
- 3 – введение воздуха внутрь нагретой пластмассы; 4 – пластмасса, раздутая соответственно размерам формы; 5 – готовое изделие



## Горячее прессование

Перерабатываются преимущественно термореактивные материалы: фенопласты, аминопласты и др. Принцип горячего прессования в форме показан на рис.

Полимерный материал (ПМ) в виде таблеток помещают в предварительно разогретую до температуры 160...185 С металлическую пресс-форму. Давление: от 0,15 до 0,35 МПа. Пресс-форма состоит из двух разъемных частей: нижней – матрицы и верхней – пуансона. Размягченный пресс-порошок под давлением заполняет пресс-форму, которая остается нагретой и замкнутой до полного отверждения ПМ при выдержке пресс-формы под прессом в течение нескольких минут.

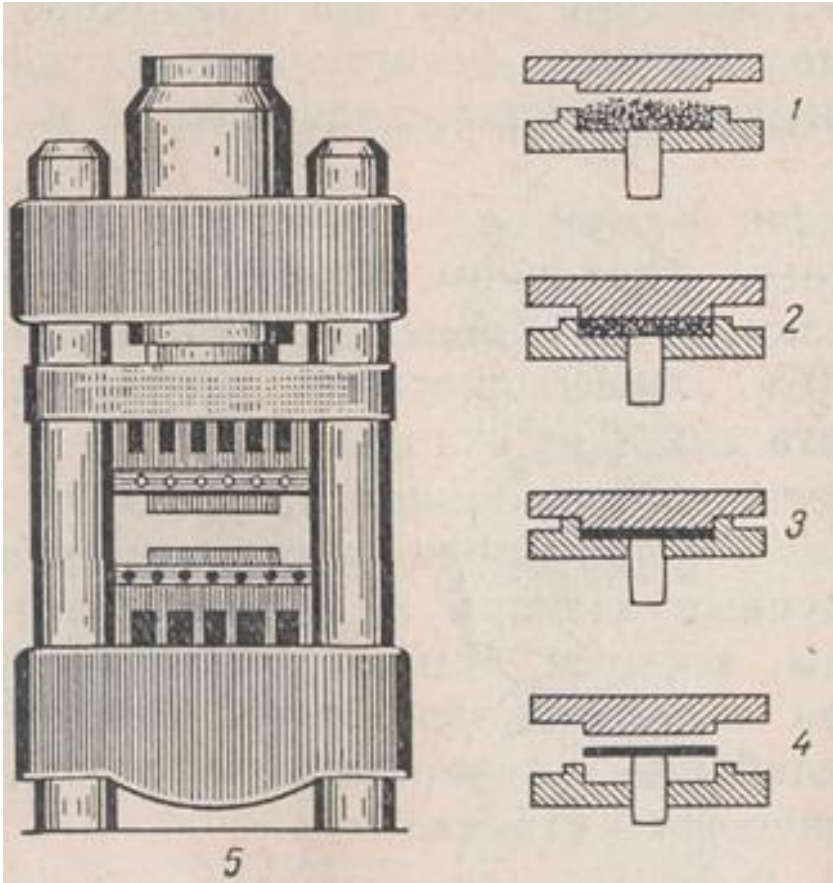
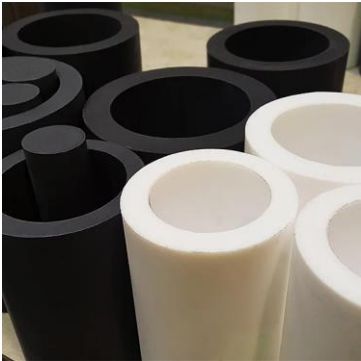


Рис. Схема горячего прессования изделий из реактопластов в пресс-форме на гидравлическом прессе: 1 – загрузка пресс-порошка; 2 – замыкание формы; 3 – формование под давлением и при повышенной температуре (с выдержкой); 4 – разъем пресс-формы и извлечение готового изделия; 5 – гидравлический пресс

## Холодное прессование с последующим спеканием

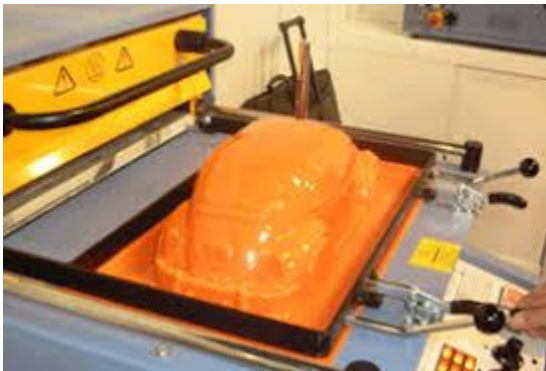
Методом спекания перерабатывают термопласты с высокой температурой плавления и большой вязкостью расплава. Этим методом чаще всего перерабатывают фторопласты и высоконаполненные полиэтилен и полипропилен. Технология спекания состоит из операций смешивания компонентов, холодного формования смеси под давлением, последующего спекания изделий и охлаждения. Спекание отформованных изделий проводят при температуре, на 5...100С превышающей температуру плавления базового термопласта.



ПТФЭ в спеченном состоянии

## Термоформование

Термоформование – процесс переработки пластмасс, отличие его от других процессов в том, что технологическое воздействие происходит на полимерный материал не в виде порошка, гранул или их расплава, а в виде пленки или листа. Лист, пленка или лента для термоформования может быть различного размера. Изделия изготавливают из листов или лент ПЭТ, ПП, ПС, полученных на экструзионных линиях. Изделие требуемой конфигурации получают за счет разности давлений, возникающей вследствие разрежения в полости формы (либо избыточного давления над полостью формы), над которой закреплен лист. Применяется в производстве емкостей, деталей холодильников, корпусов приборов.







## Подготовка сырья – сушка, сушилки для полимерных материалов (назначение, эффективность)

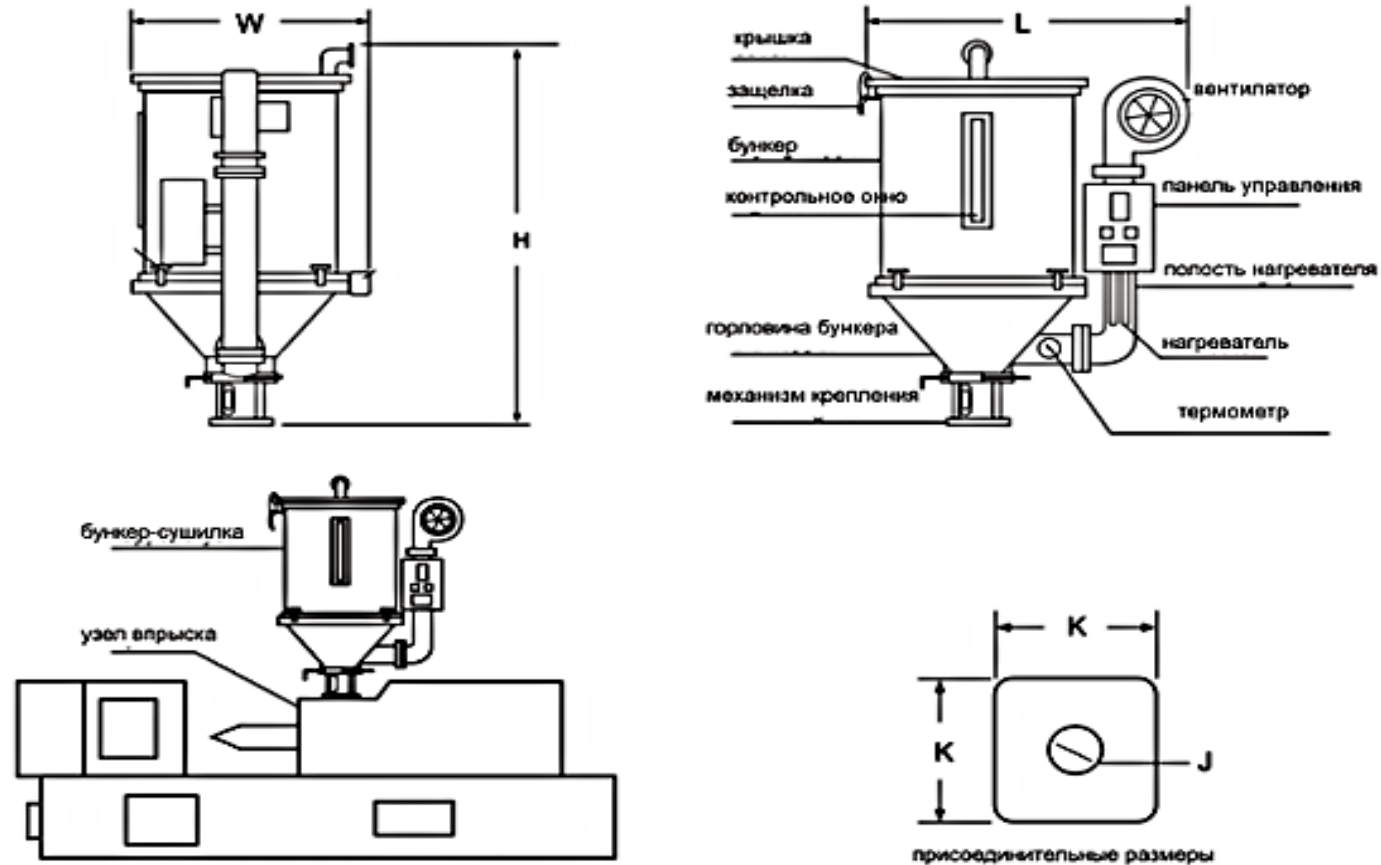


Схема бункерной сушилки для полимеров

## ДОЗИРОВАНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

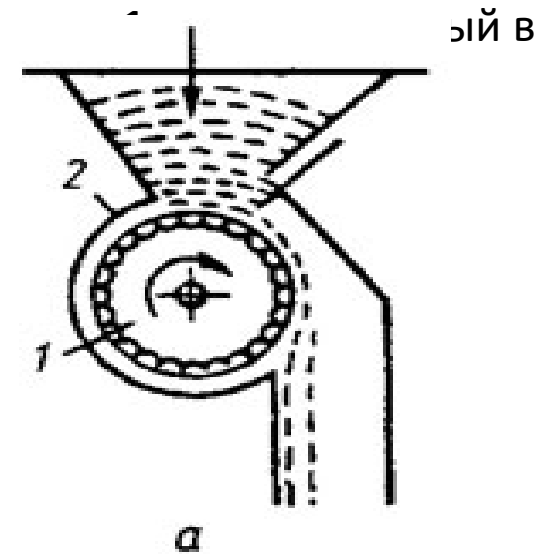
### Дозаторы для сыпучих компонентов.

Принцип действия **объемных дозаторов непрерывного действия** для сыпучих материалов основан на подаче продукта из емкости (бункера) рабочим органом, совершающим вращательное, поступательное или возвратно-поступательное движение.

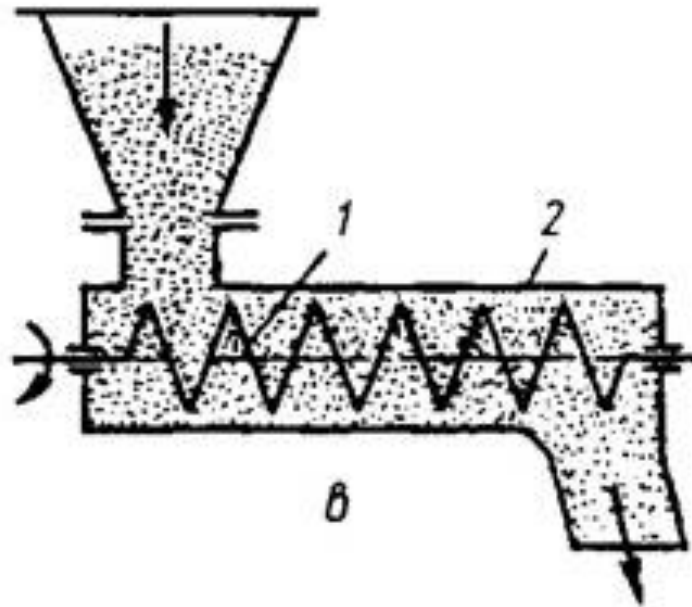
Для непрерывного **объемного** дозирования порошков используют барабанные, тарельчатые, шнековые, ленточные и вибрационные дозаторы.

Барабанный дозатор (рис. **а**) имеет рабочий корпус **2**, с несколькими карманами-ячейками, заполняемыми материалом под действием силы тяжести.

При регулировании производительности меняют объем карманов или частоту вращения барабана. Из карманов порошок поступает в выходной патрубок дозатора.



Шнековый дозатор (рис. **В**) представляет собой короткий шнек 1, помещенный в кожух 2, забирающий материал из бункера. Производительность дозатора может регулироваться частотой вращения шнека.



# ЛИТЬЕ ПОД ДАВЛЕНИЕМ (СХЕМА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА)

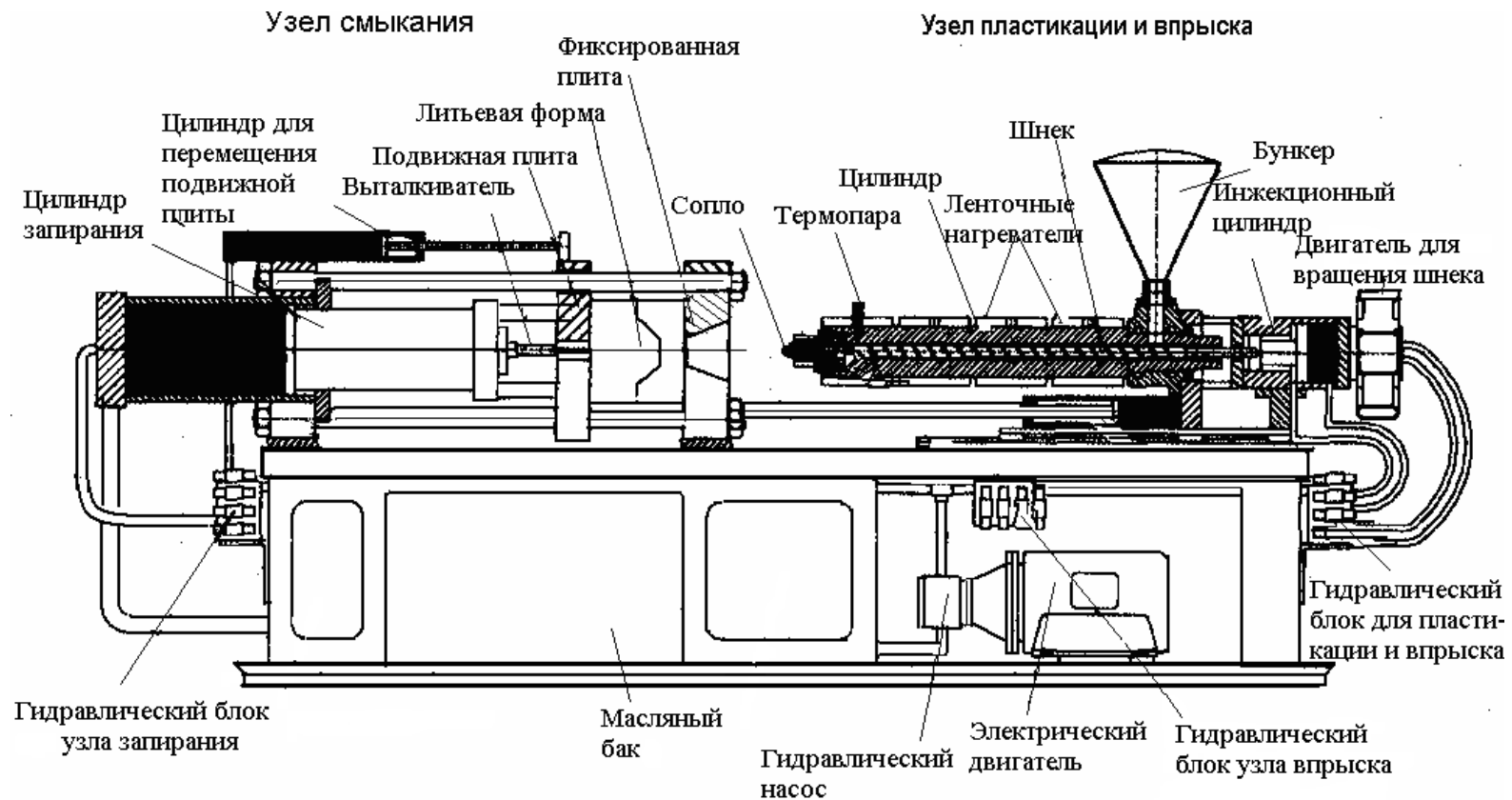


Схема термопластавтомата (ТПА) с червячной пластикацией

# ЭКСТРУЗИЯ (СХЕМА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА)

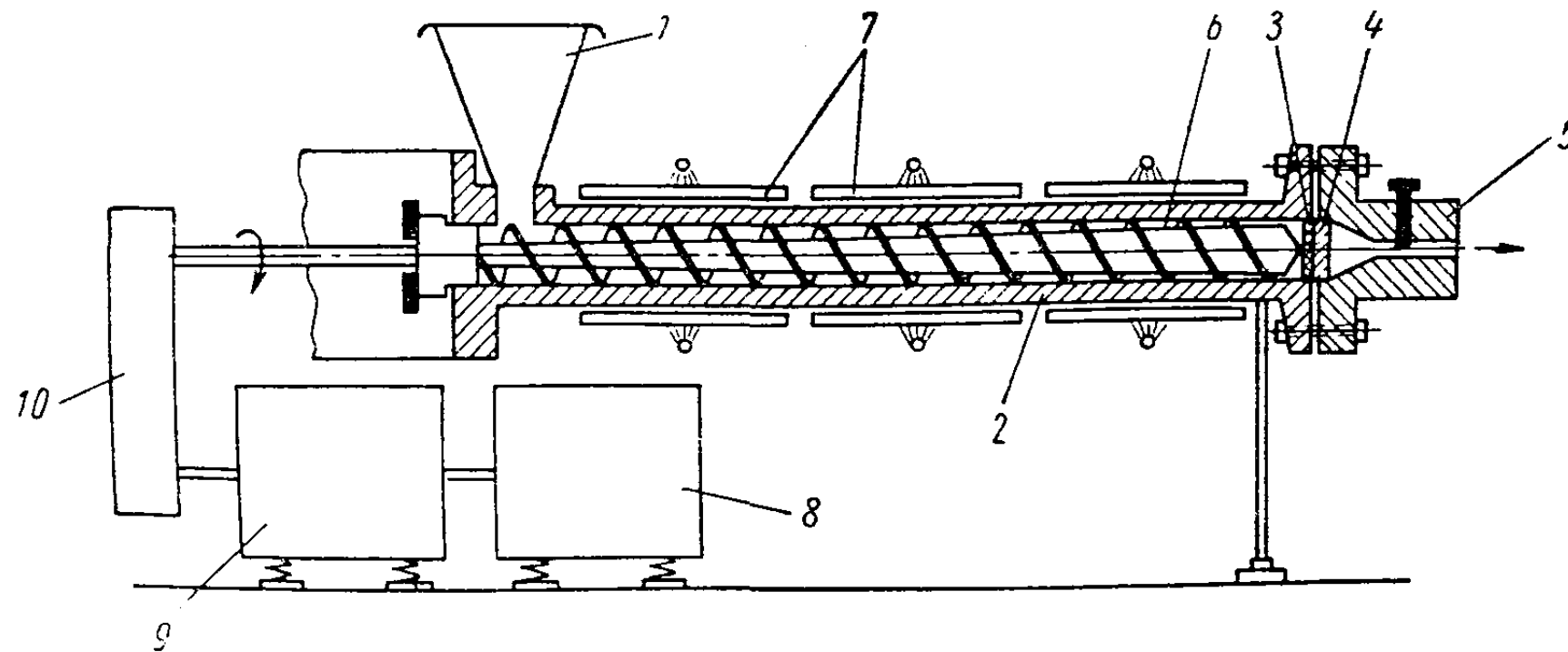


Схема одночервячного экструдера

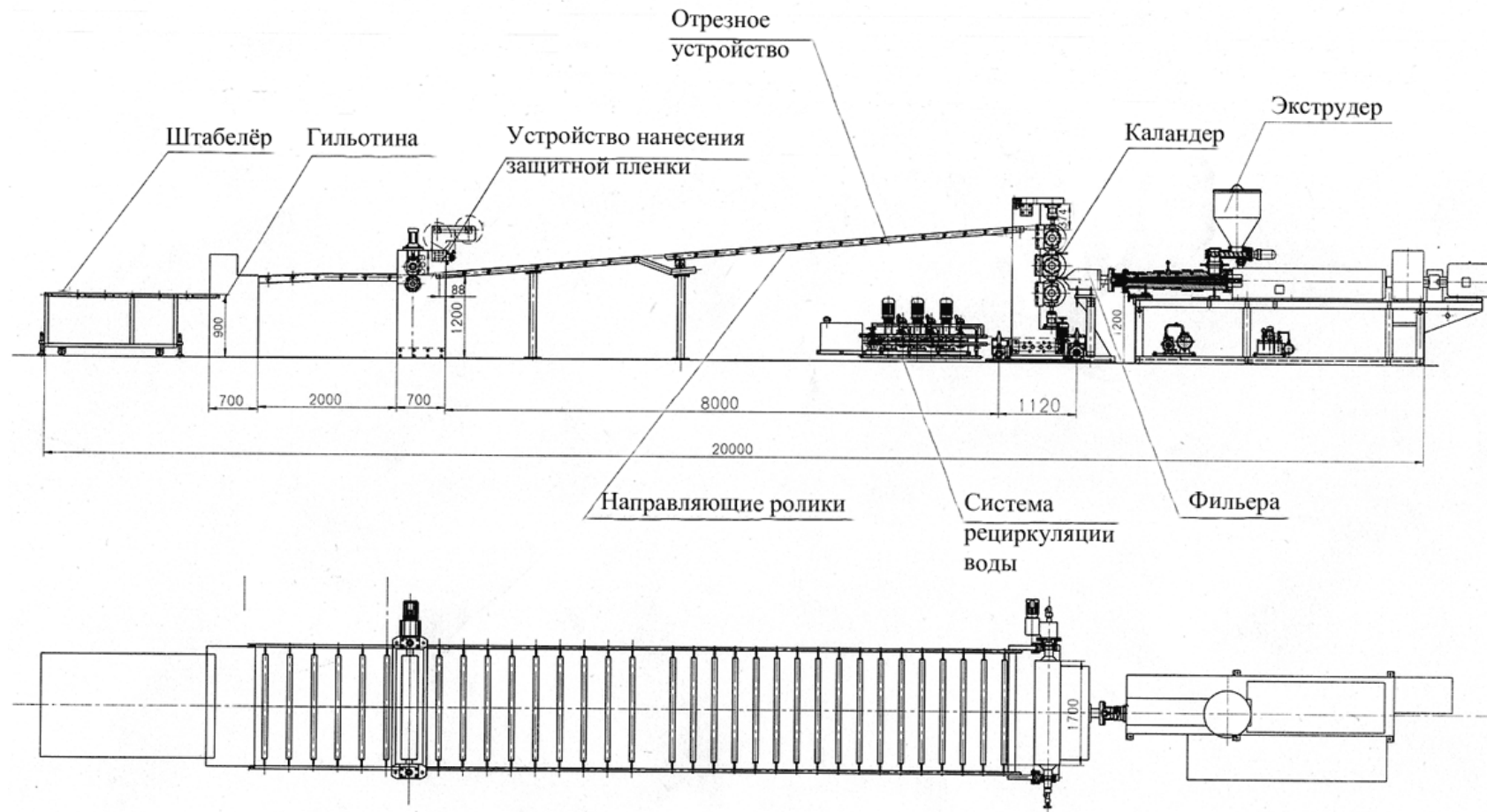
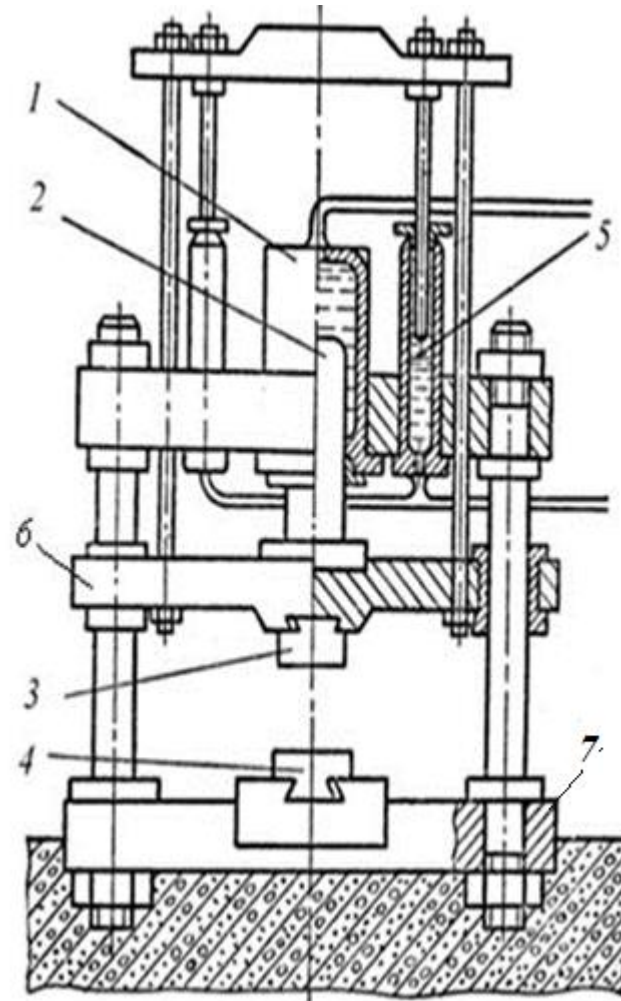


Схема линии для производства листов

## ПРЕССОВАНИЕ (СХЕМА ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА)



1. Гидроцилиндр пресса
2. Поршень гидроцилиндра
3. Пуансон пресс-формы
4. Матрица пресс-формы
5. Гидроцилиндры возврата плунжера
6. Подвижная плита пресса
7. Нижняя плита пресса

Схема гидравлического пресса