



«Технология изготовления изделий из порошков и пластмасс»

Лекция 10

**Способы переработки**

**пластмасс в вязкотекучем состоянии**

Lec\_10\_TIIPR\_MC41\_LNA\_13\_04\_2017

Лалазарова Н.А.

# Содержание



10.1. Классификация способов переработки пластмасс



10.2. Подготовка полимеров к переработке



10.3. Особенности формования аморфных полимеров



10.4. Особенности формования кристаллизующихся полимеров



10.5. Прессование пластмасс



10.6. Брак и его предупреждение



Контрольные вопросы



Задания для самостоятельной работы



Список литературы

# 10. 1. КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС

В зависимости от механических свойств, физического состояния и других факторов все **способы переработки** пластмасс в изделия можно разделить на следующие группы:

– **переработка в вязкотекучем состоянии** (литьем под давлением, выдавливание, прессование);

- **переработка в высокоэластичном состоянии** (штамповка, пневмо- и вакуумформовка);

- **получение деталей из жидких пластмасс** различными способами формообразования;

- **переработка в твердом состоянии** разделительной штамповкой и обработкой резанием;

- **получение неразъемных соединений сваркой и склеиванием.**

**Основными операциями технологического процесса** являются: подготовка материала, дозирование исходного материала, при некоторых условиях таблетирование и предварительный подогрев, затем формование и, наконец, отделочные операции механической обработки.

## 10.2. ПОДГОТОВКА ПОЛИМЕРОВ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Технологические свойства, процессы переработки и качество готовой продукции существенно зависят от влажности и температуры полимера. Придание материалу требуемой влажности сушкой или увлажнением осуществляют на стадии подготовки к формованию.

Влияние влажности на свойства и переработку. Увеличение влажности полимера способствует уменьшению текучести и высокоэластичности расплава.

При низком содержании влаги происходит структурирование (разновидность деструкции), сопровождающееся ухудшением текучести полимера.

Необходимо строгое нормирование содержания влаги в полимерах перед переработкой.

Сушка полимеров - удаление влаги испарением. Для сушки полимеров перед переработкой используют вакуум-сушилки, барабанные, турбинные, ленточные и другие типы сушилок. Полимеры с низкой гигроскопичностью обычно не сушат. Если влажность понижена, то ее повышают путем выдерживания тонкого слоя материала на воздухе; иногда с целью ускорения увлажнения материал опрыскивают водой, спиртом, ацетоном или другими жидкостями.

# ПОДГОТОВКА ПОЛИМЕРОВ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Таблетирование пластмасс. Таблетирование - это формование под действием сжимающего усилия порошкообразных пластмасс для получения таблеток определенной конфигурации, размеров и плотности.

Таблетирование позволяет более точно дозировать материал, в значительной мере удалять из него воздух (что повышает теплопроводность),

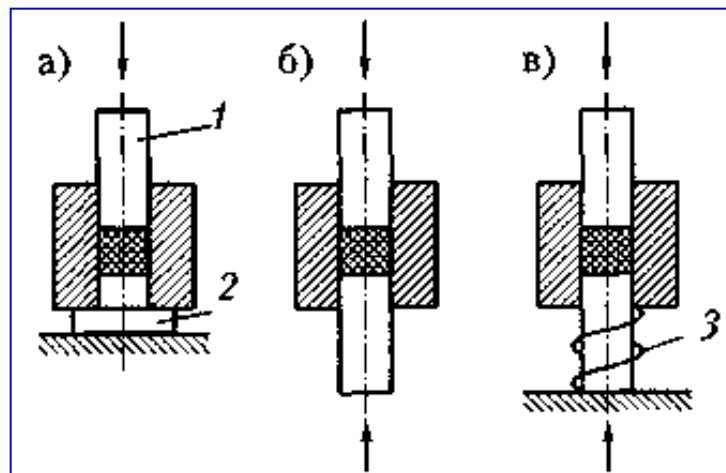
уменьшить размеры загрузочной камеры прессформы, снизить потери материала.

Для таблетирования используют таблеточные машины: ротационные (60-600 циклов мин), эксцентриковые (15-40 цик мин), гидравлические (4-35 цикл мин). Желательно, чтобы таблетка была по форме и массе близка получаемому изделию, что существенно повышает его качество. Поэтому форма таблетки может быть практически любой. Например, в производстве тормозных колодок волокнит предварительно обрабатывают, получая таблетки сложной геометрической формы в виде кольцевого сектора прямоугольного сечения с установленными в нем армирующими вставками. Такой прием используют при прессовании деталей ответственного назначения.

# ПОДГОТОВКА ПОЛИМЕРОВ К ПЕРЕРАБОТКЕ

В обычной практике получают таблетки цилиндрической формы диаметром от 10 до 200 мм. В настоящее время существует несколько типов таблеточных машин – гидравлические и механические роторные. Производительность таблетмашин составляет от 60 до 700 кг/ч, усилие таблетирования – от 65 до 500 кН.

Роторные машины применяют главным образом для прессования мелких таблеток (до 50 г), тогда как на гидравлических машинах можно изготавливать и таблетки крупных размеров



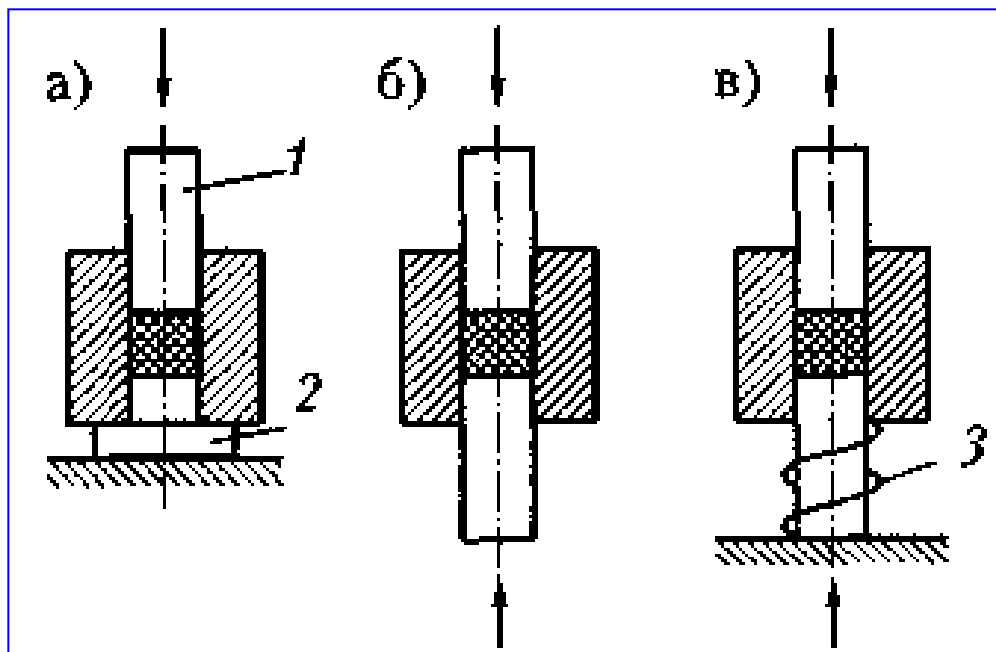
Схемы таблетирования:  
а – одностороннее; б – двухстороннее; в – с «плавающей» матрицей; 1 – верхний пуансон; 2 – нижний пуансон; 3 – пружина

Таблетирование – процесс холодного прессования, при котором пресс-материал (пресс-порошок) загружается в матрицу и сдавливается пуансонами, один из которых может быть неподвижным (рис. 11.2, а).

# ПОДГОТОВКА ПОЛИМЕРОВ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Возможность регулировки хода пуансона позволяет изменять при необходимости массу таблеток и степень уплотнения пресс-порошка. На практике особенно удобны таблетки одного диаметра с различной высотой.

Для облегчения процесса таблетирования в пресс-порошки вводят небольшие количества смазок (стеараты).



Трудно таблетировуются материалы с волокнистыми наполнителями, иногда с этой целью применяют гидравлические прессы, на которых материал уплотняется жгутированием, однако такой прием мало производителен.

# ПОДГОТОВКА ПОЛИМЕРОВ К ПЕРЕРАБОТКЕ

Предварительный нагрев. Предварительному подогреву подвергают только реактопласты (порошки и волокниты). Предварительный нагрев производится в генераторах токов высокой

частоты (ТВЧ) или в контактных нагревателях перед загрузкой его в прессформу с целью интенсификации процесса прессования.

Нагрев ТВЧ уменьшает время выдержки в прессформе, понижает давление прессования, значительно увеличивает срок службы прессформ. Это способствует улучшению качества изделий,

увеличению производительности труда и снижению себестоимости изделий. Материал нагревается быстро, равномерно и одновременно по всему объему. Сущность нагрева пластмасс ТВЧ: полупроводники и диэлектрики, к которым относят пластмассы, нагреваются в электрическом поле высокой частоты вследствие поляризации элементарных зарядов. Нагреву ТВЧ подвергаются пластмассы, у которых тангенс угла диэлектрических потерь не менее сотых долей единицы. Количество выделившегося тепла пропорционально частоте электрического поля. Для нагрева пластмасс используют высокие частоты ( $>10$  МГц).



## 10.3. ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ АМОРФНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Аморфной является структура с отсутствием дальнего порядка. Это наиболее типичная для высокомолекулярных соединений структура. Аморфные полимеры при изготовлении из них расплава изделий переходят в твердое состояние без изменения фазового (аморфного) состояния. Параметром изменения надмолекулярной структуры полимеров является степень ориентации. Ориентация макромолекул связана со сдвигом материала под действием напряжений в процессе формования.

В процессе течения высокоэластичная деформация достигает определенной величины, определяемой свойствами материала, режимами и условиями течения.

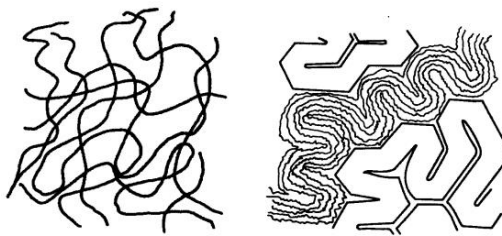
Поэтому после заполнения формы она (высокоэластичная деформация) релаксирует (уменьшается).

Но из-за охлаждения материала в прессформе (температура прессформы ниже температуры стеклования) уменьшается скорость релаксации. Уменьшение скорости и ограничение продолжительности релаксационного процесса приводит к остаточной (неполной) релаксации (сохраняющейся в деталях). Часть ориентированных полимерных цепей при этом остаются “замороженными” в неравновесных конформациях.

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ АМОРФНЫХ ПОЛИМЕРОВ

Ориентация распределена в продольном и поперечном сечении детали неравномерно. Эксплуатационные свойства изделий из аморфных полимеров существенно зависят от степени ориентации в

процессе формования: упорядоченная ориентация структуры полимера приводит к увеличению прочности в направлении течения и



модель Флори  
модель Печольда  
Рис. 2. Модели надмолекулярной структуры аморфных полимеров. Линией обозначен контур макромолекул [Sperling L.H. Introduction to Physical Polymer Science, Wiley, 2006].

[ковалёв]

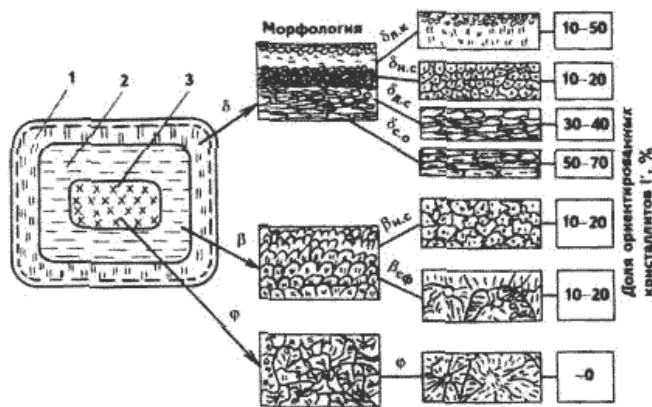
уменьшению прочности в направлении перпендикулярном течению материала, образованию внутренних напряжений.

Это может приводить к растрескиванию изделий, образованию микротрещин (ухудшению оптических свойств, помутнению, появлению серебрения) особенно в местах спая встречных потоков материала, короблению, снижению размерной стабильности.

## 10.4. ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПОЛИМЕРОВ

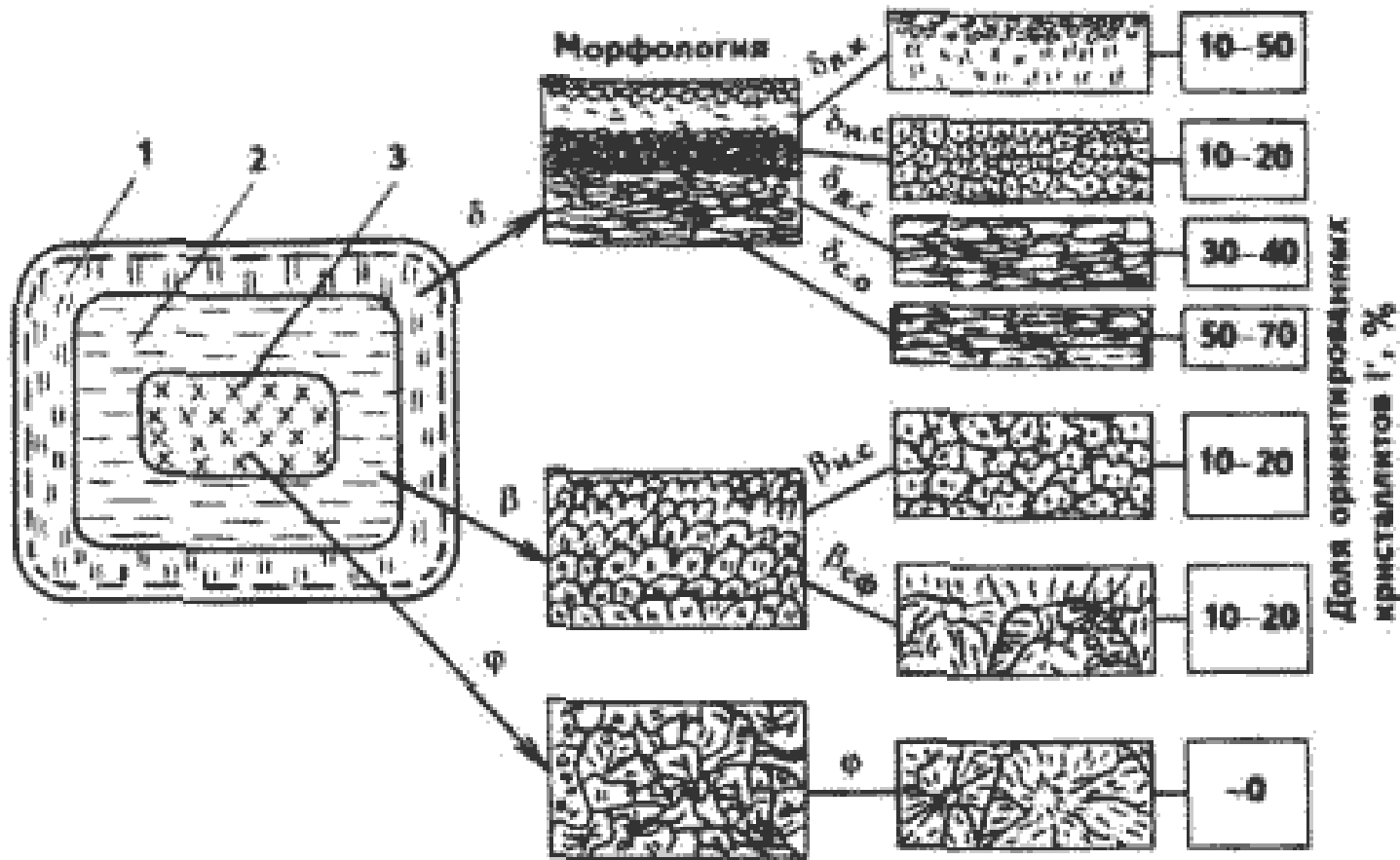
При формовании изделия, расплав полимера кристаллизуется в результате теплопередачи его тепла более холодным стенкам прессформы. Скорость охлаждения в разных слоях различна: в слоях, касающихся прессформы - наибольшая, в средних слоях - наименьшая.

Скорость охлаждения и напряжение сдвига существенно влияют на структурообразование.



Формирование слоевой структуры проявляется из-за интенсивного охлаждения и больших сдвиговых напряжений особенно при литье под давлением.

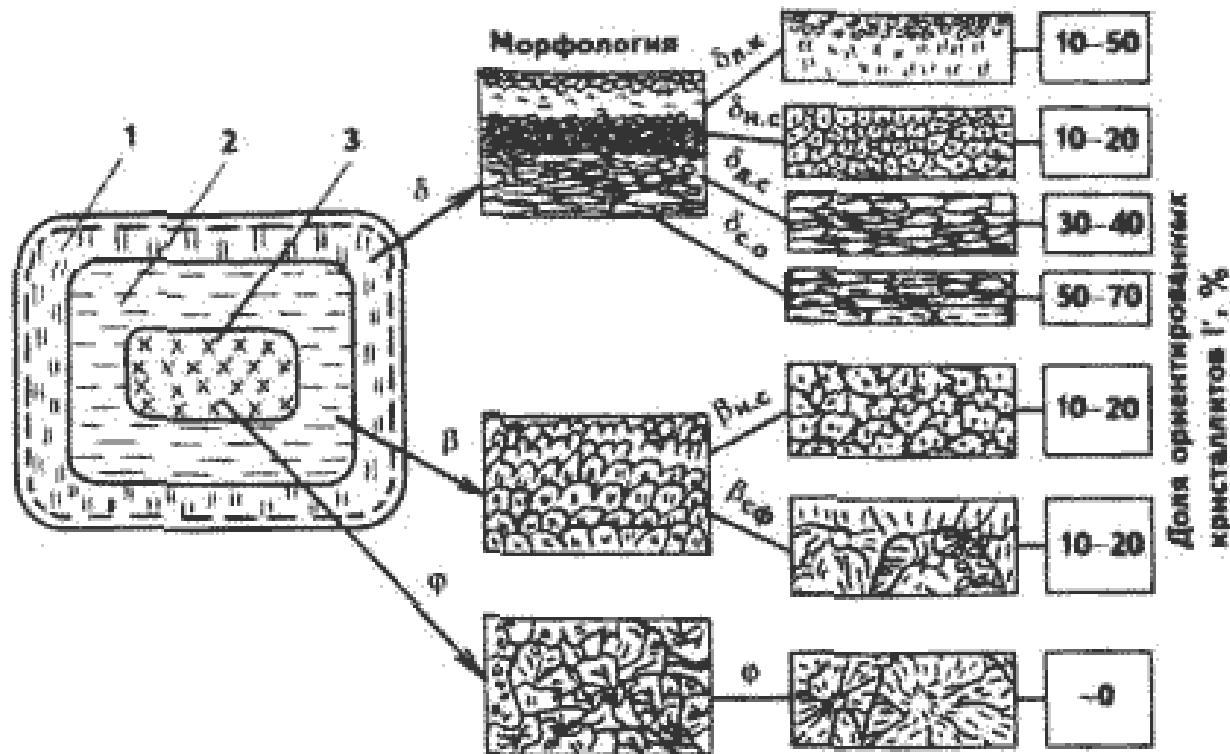
Поэтому структура деталей сложная. В поперечном сечении детали выделяют три структурные области, формируемые в три основных периода процесса литья под давлением.



Структурные слои в поперечном сечении литьевых изделий: 1 - поверхностная оболочка (в процессе заполнения); 2 - средний слой (выдержка под давлением); 3 - центр (охлаждение без давления)

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПОЛИМЕРОВ

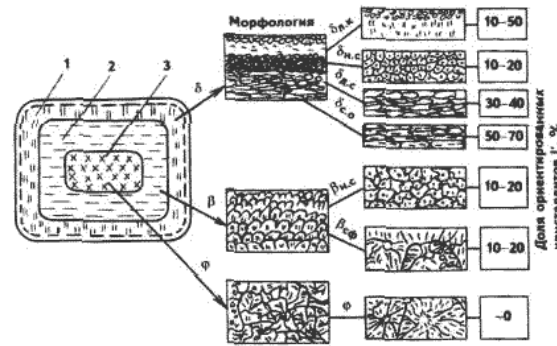
Первая структурная область - поверхностная оболочка ( $\delta$ ), образуется в период заполнения прессформы; вторая область - средний слой ( $\beta$ ), формируется в период нарастания давления и выдержки под давлением; третья область - центральный слой ( $\varphi$ ), образуется в период спада давления. Поверхностная оболочка может состоять из трех слоев.



# ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПОЛИМЕРОВ

Поверхностная оболочка может состоять из трех слоев: первый слой - наружный - состоит из кристаллитов или ламеллярных образований, она образуется при быстром охлаждении расплава и ориентации расплава при значительных напряжениях

сдвига: слои материала в потоке поворачиваются и растягиваются - ориентируются; а при соприкосновении со стенками прессформы достигнутая ориентация фиксируется;



Структурные слои в поперечном сечении литьевых изделий: 1 - поверхностная оболочка (в процессе заполнения); 2 - средний слой (выдержка под давлением); 3 - центр (охлаждение без давления)

средний слой - зона неразвитых сферолитов, которые либо слабо деформированы - ориентированы, либо недеформированы, так как эти слои охлаждаются со средними скоростями

Средняя зона может состоять из двух слоев с различными размерами сферолитов

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПОЛИМЕРОВ

Центральная зона может состоять также из двух зон. Эта зона образуется при охлаждении с низкими скоростями охлаждения и почти без сдвиговых напряжений, поэтому она состоит из развитых неориентированных сферолитов.

Образование двух слоев определяют условия формования: наружный слой - без микропор, внутренний с микропорами; при охлаждении под давлением микропоры не возникают,

при частичном охлаждении под давлением в незатвердевшем до снятия давления материале в результате усадки возникают микропоры.

Механические свойства изделий из кристаллизующихся полимеров связаны со слоевой структурой. Зоны центральная и средняя по механическим свойствам мало отличаются. Поверхностная зона оказывает решающее значение на свойства изделия и ее учитывают в расчетах на работоспособность в зависимости от структуры.

# ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ КРИСТАЛЛИЗУЮЩИХСЯ ПОЛИМЕРОВ

Влияние технологических параметров на слоевую структуру изделий. Эти параметры влияют на структуру, размеры слоев и зон изделий из кристаллизирующихся полимеров и их свойства. Требуемую структуру с заданными размерами зон и слоев в зависимости от условий эксплуатации изделия можно получить путем выбора технологических параметров.

Толщина поверхностной зоны зависит от температуры материала  $T_0$  и прессформы  $T_f$  и времени ее заполнения.

Увеличение  $T_0$  и  $T_f$  уменьшает толщину этой зоны, а увеличение времени заполнения увеличивает ее.

Толщина средней зоны также будет меньше при повышении  $T_0$  и  $T_f$  и времени впуска; повышение давления  $P$  и времени выдержки увеличивают толщину средней зоны. Толщина центральной зоны увеличивается с увеличением  $T_0$  и  $T_f$  и практически не зависит от заполнения, давление оказывает незначительное влияние на нее.

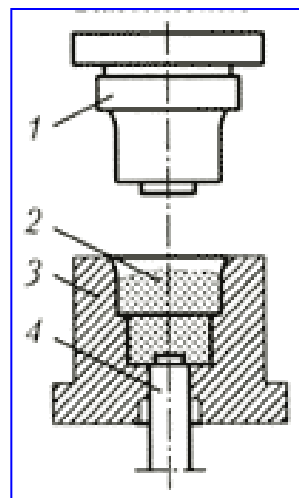


## 10.5. ПРЕССОВАНИЕ ПЛАСТМАСС

Большинство пластмасс перерабатывают в детали в вязкотекучем состоянии способами прессования, литья, выдавливания.

**Прессование** – один из основных способов переработки реактопластов и некоторых термопластов в детали. Этот метод применяют преимущественно для формования реактопластов.

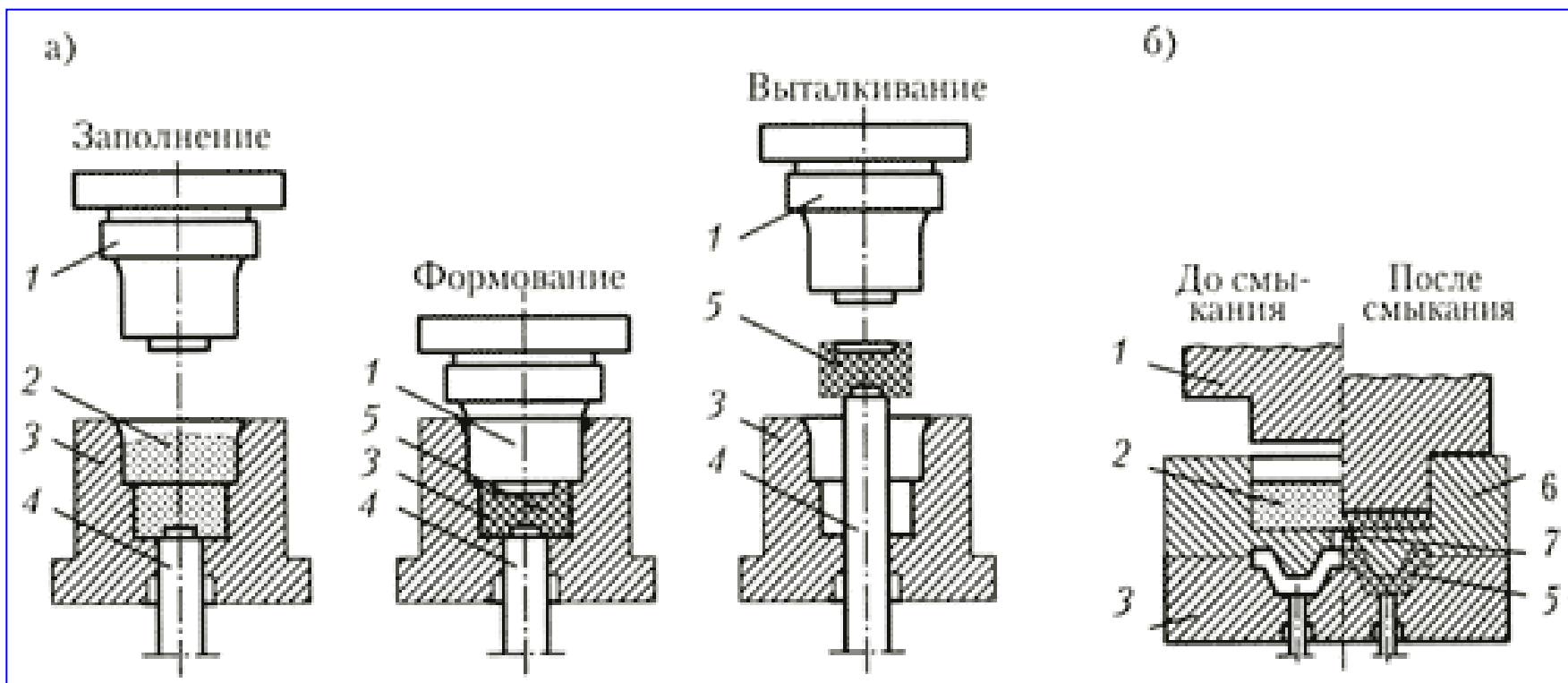
В производстве используют две разновидности прессования: 1) **прямое (открытое, компрессионное)** прессование и



2) **литьевое (трансферное) прессование (пресслитье)**.

Под прессованием обычно подразумевается прямое (или компрессионное) прессование, когда загрузка материала, его формование в изделие и отверждение осуществляется непосредственно в оформляющей полости пресс-формы (а).

После разъема формы изделие из формы выталкивается.



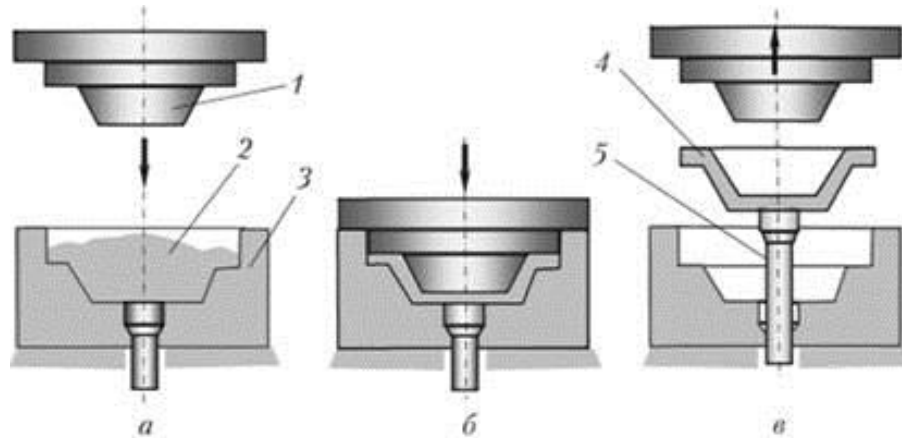
Схемы: а – прямого (компрессионного) и б – литьевого (трансферного) прессования:

1 – пуансон; 2 – пресс-материал; 3 – матрица; 4 – выталкиватель; 5 – изделие; б – загрузочная камера; 7 – литниковая система

# ПРЕССОВАНИЕ

**Прямому прессованию** отдают предпочтение при изготовлении точных простых деталей, переработке высоконаполненных материалов, производстве деталей максимально чистого цвета и деталей весом более 1 кг.

По поверхности разъема при прямом прессовании возникает облой.



Прямое прессование малопродуктивный способ производства.

Прессование осуществляется на специальных прессах – главным образом гидравлических или реже пневматических – в обогреваемых пресс-формах.

# ПРЕССОВАНИЕ

В процессе прямого прессования термореактивный материал подвергается однократному воздействию температуры и давления. Температура и давление при прессовании могут достигать 200 °С и 70 кг/см<sup>2</sup> соответственно.

Рабочие температура и давление определяются реологическими, термическими и другими свойствами прессуемого пластического материала.

Технологический процесс прессования складывается из следующих основных операций: подготовка и дозировка пресс-материала; предварительный подогрев; загрузка в форму и прессование; извлечение готового изделия и его механическая обработка.

Основной морфологической разновидностью сырья являются пресс-материалы, которые в зависимости от метода приготовления могут поставляться как в виде порошков различной зернистости, так и в гранулированном виде с размером гранул 3...5 мм. Порошки обладают хорошей сыпучестью, легко поддаются холодному таблетированию.

# ПРЕССОВАНИЕ

Кроме перечисленных материалов широко применяются волокниты, в которых в качестве наполнителя используются различные волокна как органического (хлопчатобумажные, рами, сизаль, синтетические и др.), так и минерального (стеклянное, базальтовое, асбестовое и т. п.) происхождения.

Волокниты выпускаются в виде крупно-комковатой с трудом поддающейся размельчению массы (АГ-4В), склонной к слеживанию; перед переработкой их могут жгутировать.

К прессовочным изделиям относятся: листовые гетинакс, текстолит, стеклотекстолит и другие материалы, в которых наполнителем являются различного рода бумаги, маты, ткани, пленки и т. п.

Подготовка пресс-материала к переработке состоит в определении его технологических характеристик и доведении их при необходимости до требуемых значений путем сушки, измельчения и других операций.

# ПРЕССОВАНИЕ

Наиболее рационально перед загрузкой предварительно нагревать пресс-материал до температуры 90...110 °С. Изделия технического назначения, как правило, производятся с металлической арматурой, которая служит для местного упрочнения изделий, упрощения сборки, для более надежного скрепления изделий, а также является проводником электрического тока.

Арматура удерживается в изделии за счет значительной усадки пресс-материала, путем придания ей определенной конфигурации и снабжения арматуры кольцевыми выточками, сверлениями и т. д.

Как правило, арматура устанавливается в пресс-форме до загрузки пресс-материала, и лишь в редких случаях впрессовывается

в уже оформленное изделие сразу после прессования или в не полностью отвержденное изделие. Для фиксации арматуры в пресс-форме могут быть предусмотрены оформляющие знаки, специальные отверстия с фиксаторами или резьбовые шпильки. Арматура крупных размеров перед установкой на форму подогревается. С момента окончания загрузки материала в форму начинается цикл прессования.

# ПРЕССОВАНИЕ

Прессование – это процесс, в котором материал, находящийся под давлением в нагретой форме, расплавляется, заполняет все формующее пространство и выдерживается до полного отверждения. Выдержка начинается с момента создания давления прессования в

сомкнутой форме и заканчивается в момент подъема пуансона и размыкания формы для удаления полученного изделия.

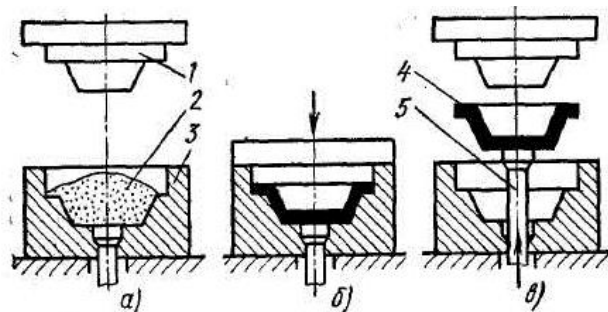


Рис. 8.6. Схема прямого прессования

Выдержка зависит от скорости отверждения пресс-материала, температуры формы и температуры предварительного подогрева материала, а также от вида изделия и его толщины.

Поскольку различные свойства материала достигают своих максимальных значений при разных величинах времени отверждения, то их выбор в известной степени определяется назначением прессуемых изделий.

# ПРЕССОВАНИЕ

С другой стороны, увеличение продолжительности выдержки не всегда ведет к дальнейшему улучшению свойств, а иногда дает и противоположный результат. Кроме того, это наиболее продолжительная операция цикла прессования, и потому снижение выдержки имеет большое значение для повышения производительности процесса.

При прессовании изделий, которые необходимо охлаждать под давлением (такие, как изделия из слоистых пластиков),

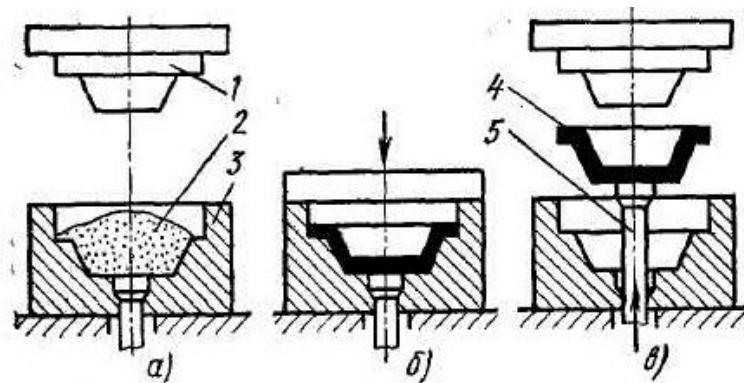


Рис. 8.6. Схема прямого прессования

выдержка при охлаждении учитывается отдельно,

ее время может быть очень значительным из-за низкой теплопроводности и быстро возрастает с ростом толщины прессуемых изделий.



# ПРЕССОВАНИЕ

Формообразование изделий из пресс-материалов происходит в результате реакции поликонденсации, происходящей в связующем и сопровождающейся выделением поликонденсационной воды. При температуре прессования (160...180 °С) такая влага находится в газообразном состоянии.

Одновременно из связующего могут выделяться и остатки непрореагировавших мономеров (фенол, формальдегид, резол). Если толщина стенки изделия более 1...2 мм,

а масса изделия существенна, то образовавшиеся в этом случае летучие значительны по количеству, и их необходимо удалять, поскольку в противном случае они, образуя в изделии микропустоты, будут ухудшать его свойства.

Для удаления летучих при прессовании выполняют так называемые подпрессовки, то есть периодическое кратковременное размыкание-смыкание пресс-формы.

# ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ И КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ

Процесс прессования характеризуется тремя основными показателями – давлением, температурой и временем выдержки. Изменение этих технологических параметров сказывается не только на длительности технологического цикла прессования, но и на качестве готовых изделий.

*Температура прессования.* Как правило, повышение температуры прессования позволяет снизить продолжительность цикла прессования и способствует повышению физико-механических и электрических свойств изделий,

однако повышение температуры выше определенного предела ведет к преждевременному отверждению, деструкции материала (полимера и других ингредиентов композиции),

повышенному выделению газообразных продуктов. Поэтому выбор температуры прессования изделия зависит от скорости отверждения материала, содержания влаги и летучих, текучести, а также от конфигурации изделия, конструктивных особенностей пресс-формы и выбранной технологии прессования.

# ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ПРОЦЕСС ПРЯМОГО ПРЕССОВАНИЯ И КАЧЕСТВО ИЗДЕЛИЙ

Материалы с высокой скоростью отверждения и низкой текучестью прессуют при пониженных температурах. При пониженной температуре проводят прессование нетаблетированных порошков, так как перегрев поверхности формы может привести к преждевременному отверждению наружного слоя материала и окрашенных пресс-материалов, особенно светлых тонов.

Применение предварительного подогрева, подпрессовки, а также использование таблеток позволяет поднять температуру прессования, особенно если конфигурация прессуемых изделий несложна.

Прессование при повышенной температуре способствует улучшению внешнего вида пресс-изделий – поверхность становится блестящей и глянцевой,

но дальнейший ее рост приводит к ухудшению внешнего вида – на поверхности будут возникать вздутия, трещины.

# ПРЕССОВАНИЕ

*Давление.* С момента соприкосновения опускающегося плунжера с поверхностью материала в форме возникает давление, оно заставляет вязко-пластичный материал растекаться, заполняя полость формы, и достигает наибольшего значения в момент окончательной остановки пуансона после смыкания формы.

Усилие, развиваемое прессом, расходуется на трение материала при течении в форме, на преодоление внутреннего давления газообразных продуктов отверждения и летучих.

Обычно для характеристики режима процесса используют удельное давление прессования, то есть усилие, приходящееся на единицу площади прессования. Под площадью прессования понимают площадь проекции изделия на плоскость разъема пресс-формы.

Большое влияние на величину удельного давления имеет текучесть пресс-материала. Волокнистые и слоистые пресс-материалы, отличающиеся особенно низкой текучестью, требуют наибольшего удельного давления при прессовании; с ростом текучести удельное давление снижается.

# ПРЕССОВАНИЕ

Повышенное удельное давление необходимо и при прессовании материалов с высокой скоростью отверждения, так как в этом случае вязкость нарастает в процессе формования очень быстро, и изделие может не успеть оформиться полностью.

Повышение температуры,  
применение  
предварительного  
подогрева позволяет  
значительно снизить  
удельное давление  
прессования (до 40-70%).

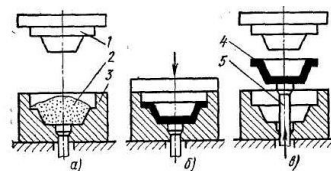


Рис. 8.6. Схема прямого прессования

Важнейшее значение при выборе давления прессования имеет форма изделия, его размеры и конструкция.

С ростом высоты изделия удельное давление увеличивают, особенно если изделие имеет тонкие стенки, перегородки и т. д. Большое влияние на величину удельного давления оказывает тип пресс-формы и ее конструкция – величина зазоров, количество гнезд, а также степень ее износа. Прессование при недостаточном давлении ведет к появлению недопрессовок, увеличению фата, ухудшению внешнего вида и другим видам брака.

# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Широко применяется **литьевое (или трансферное) прессование** (б). В этом случае пресс-материал загружается в загрузочную камеру формы, где он пластифицируется, а затем пластифицированный материал движением пуансона через литниковую систему в перемещается в рабочую полость формы.

Протекание по узкому каналу способствует однородному и полному нагреву и отверждению всей массы материала в форме.



Прессформа

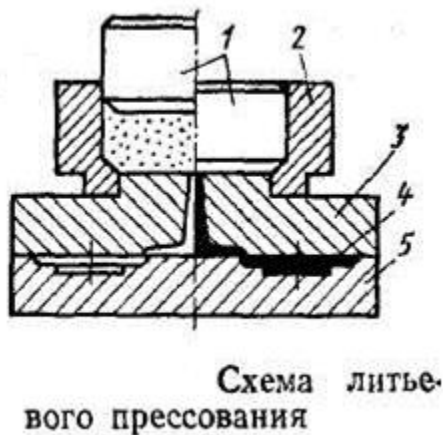
Это способствует сокращению выдержки материала в форме, уменьшению и даже полному избавлению от облоя.

Пресслитью отдают предпочтение при изготовлении толстостенных деталей, деталей с металлической арматурой, сложной конфигурацией, с тонкими стенками. Детали отличаются высокой размерной точностью. Недостатком пресслитья является повышенный расход материала по сравнению с обычным прессованием, так как в загрузочной камере остается часть необратимого материала.

# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Этот способ **прессования реактопластов** называют также пресс-литьем или трансферным прессованием. принципиальное отличие литьевого прессования от прямого (компрессионного) состоит в том, что стадии расплавления материала и формования изделий разделены.

Соответственно, здесь материал загружается не в оформляющую полость пресс-формы, а в загрузочную камеру,



в которой он переводится в вязко-текучее состояние, а затем по литьевым каналам впрыскивается в оформляющую полость литьевой формы.

Литьевым прессованием удается получать изделия, отличающиеся сложным профилем (мелкомодульные зубчатые колеса), с большой разнотолщиной в различных сечениях, с тонкой арматурой, сложными тонкими вставками, резьбовыми знаками и т. п.



# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Кроме того, изготовленные по подобной технологии изделия отличаются повышенной точностью размеров с малыми допусками и с минимальными отклонениями конфигурации, что в ряде случаев может иметь решающее значение.

При течении через узкие литьевые каналы расплавленный пресс-материал интенсивно перемешивается и дополнительно нагревается за счет трения – приращение температуры может при этом достигать 50...80 °С.

Благодаря этому отверждение материала происходит глубже и равномернее независимо от толщины стенки. Достигается высокая равномерность свойств, в первую очередь прочностных и электрических, а также улучшается равномерность окраски при переработке окрашенных композиций.

Для литьевого прессования наиболее целесообразно использование прессы с двумя рабочими цилиндрами или специальных угловых прессов, хотя благодаря разработке пресс-форм соответствующей конструкции широкое применение находят и обычные гидравлические прессы.



# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Формы для литьевого прессования отличаются рядом конструктивных особенностей. Площадь загрузочной камеры должна быть больше площади оформляющей полости, чтобы предотвратить размыкание формы при заполнении ее материалом. Количество литьевых каналов и их размеры зависят от свойств перерабатываемого материала, его текучести, вида наполнителя и т. д., а расположение определяется размером и формой изделия.

Как правило, для уменьшения сопротивления каналы делают минимальной длины и цилиндрического сечения,

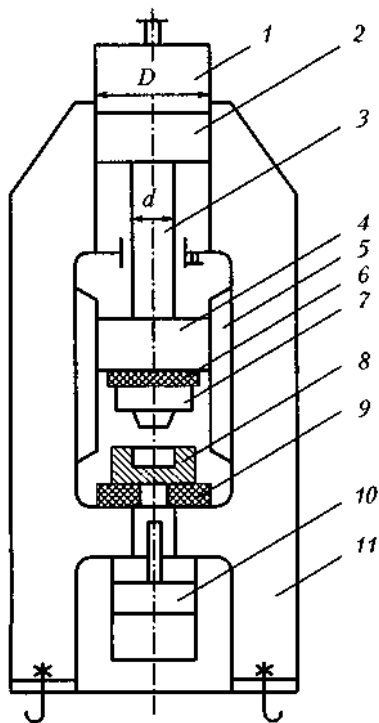
однако иногда, исходя из удобства последующей механической обработки, им придают форму плоских щелей небольшой высоты.

Узкие каналы сокращают время отверждения, так как материал в них разогревается более интенсивно, но при этом заметно возрастает необходимое давление. В отличие от обычных пресс-форм, литьевые формы должны иметь вентиляционные каналы для удаления воздуха при впрыске материала – так называемые воздушники. Такие каналы располагаются в самых отдаленных от мест впрыска частях формы и имеют вид цилиндрических проточек или плоских щелей.

# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

Прессы – основное технологическое оборудование штучных изделий из реактопластов. Наибольшее распространение получили прессы гидравлические с верхним давлением, простым или дифференциальным плунжером, вертикальные, рамные и колонные.

Типовой рамный пресс устроен и действует следующим образом. На жесткой сварной раме *11* установлены все основные агрегаты пресса,



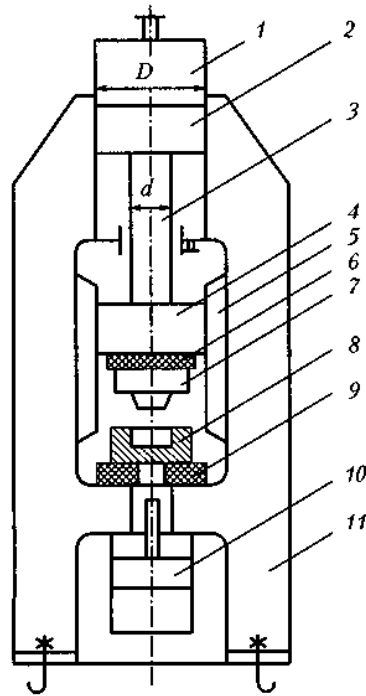
а именно главный гидроцилиндр *1* с дифференциальным плунжером, состоящим из собственно плунжера *2* со штоком *3*, ползуна *4*, жестко соединенного со штоком, направляющих *5*, выталкивателя *10* и управляющих устройств, расположенных в корпусе.

Схема устройства рамного гидравлического пресса с дифференциальным плунжером (пояснения в тексте)

# ЛИТЬЕВОЕ ПРЕССОВАНИЕ

На столе пресса располагается матричная часть пресс-формы 5 с нагревателем 9, к ползуну крепится пуансон пресс-формы 7 также имеющий нагреватель 6. При подаче энергоносителя (как правило, это минеральное масло) в плунжерную зону цилиндра ползун смещается до замыкания формы, в которой и создается требуемое по технологии процесса давление прессования.

Для размыкания пресс-формы давление создается в штоковой зоне гидроцилиндра, в результате чего



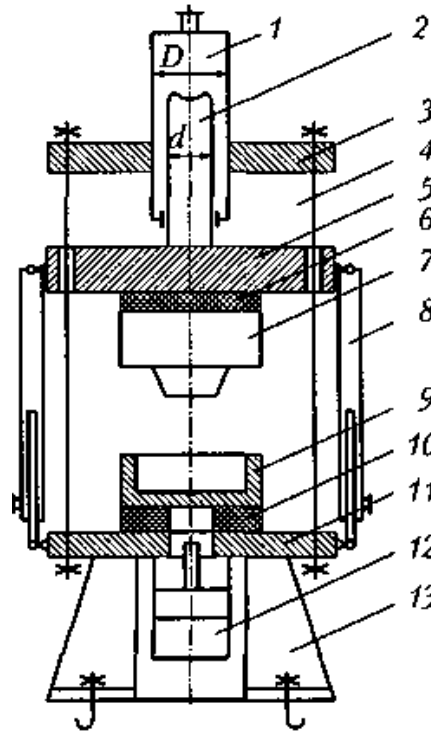
дифференциальный плунжер и ползун поднимаются. После этого срабатывает выталкиватель 10, и изделие удаляется из формы.

Схема устройства рамного гидравлического пресса с дифференциальным плунжером (пояснения в тексте)

# ПРЕССОВАНИЕ

Колонные конструкции прессов с верхним давлением применяются в настоящее время значительно меньше рамных. Их используют главным образом в лабораторной практике и в малотоннажном производстве. Остов

такого пресса состоит из стола 11, архитрава 3 и четырех колонн 4, объединенных в одно целое резьбовым соединением и установленных на опорных стойках 13.



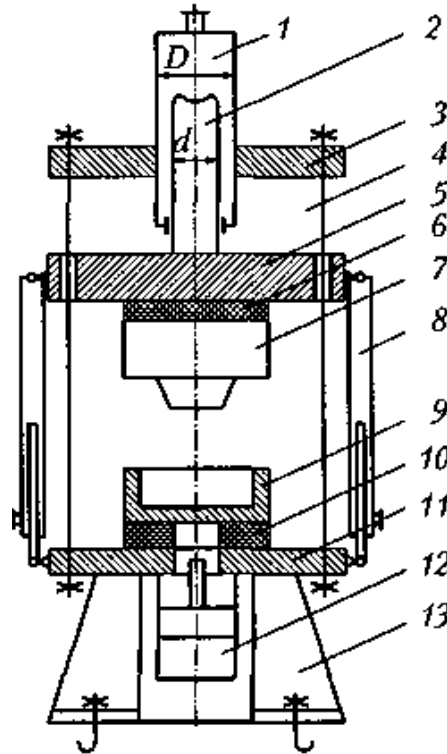
На архитраве находится главный гидроцилиндр 1 с простым плунжером 2, который может перемещаться под действием давления энергоносителя лишь в одном (вниз) направлении.

Схема устройства колонного гидравлического пресса с простым плунжером (пояснения в тексте)

# ПРЕССОВАНИЕ

Поэтому для подъема ползуна 5 используются два ретурных возвратных цилиндра с поршнями 8. Как и в предыдущем случае, пуансонная часть 7 пресс-формы с нагревателем 6 закреплена на ползуне пресса,

а матрица 9 со своим нагревателем 10 установлена на столе пресса. Для съема изделий служит выталкиватель 12.



По сравнению с рамной колонная конструкция значительно уступает в жесткости.

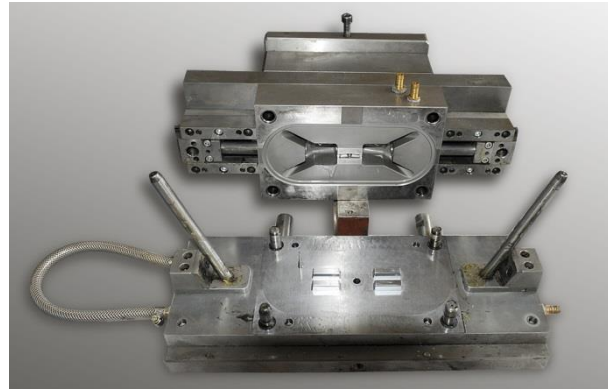
Схема устройства колонного гидравлического пресса с простым плунжером (пояснения в тексте)

# ПРЕСС-ФОРМЫ

**Пресс-форма** – основной рабочий инструмент технологического процесса производства штучных изделий из реактопластов. Они изготавливаются для каждого вида изделия, в связи с чем их конструкции, устройства, особенности использования чрезвычайно разнообразны.

Прессформы классифицируются по следующим признакам:

**1) Способ крепления к прессу:**



- Съемные пресс-формы, периодически снимающиеся для извлечения изделия и загрузки материала,

Пресс-форма для литья пластмассовых изделий

- Стационарные пресс-формы, постоянно закрепленные на оборудовании, действующем автоматически или полуавтоматически

# ПРЕСС-ФОРМЫ

## 2) Метод изготовления изделий:

- Пресс-формы для прямого прессования,
- Пресс-формы для литьевого прессования.

## 3) По конструктивным признакам:

- Пресс-формы открытого типа для прямого прессования без загрузочной камеры,

- Пресс-формы полузакрытого типа для прямого прессования с загрузочной камерой и опорной поверхностью между пуансоном и й (б ),

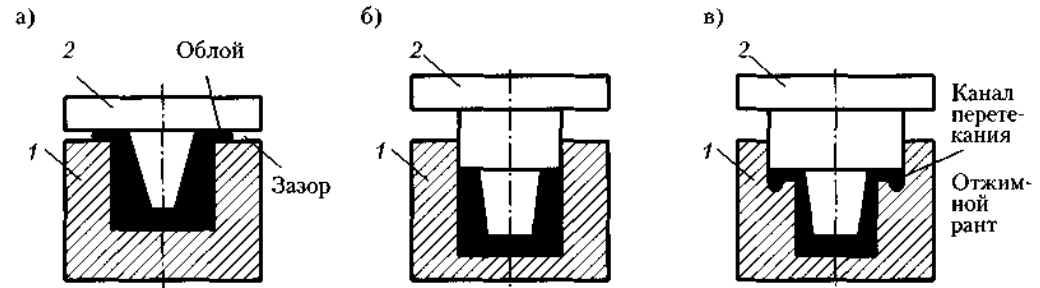
- Пресс-формы полузакрытого обратного типа для прямого прессования, прессующие изделия в перевернутом состоянии
- Пресс-формы закрытого типа для прямого прессования с загрузочной камерой, являющейся продолжением формующей полости,
- Пресс-формы закрытого типа для прямого прессования с встречными пуансонами,
- Пресс-формы для прямого и литьевого прессования и прессования на угловых гидропрессах.
- Пресс-формы для литьевого прессования с загрузочной камерой, расположенной в ее нижней части.

# ПРЕСС-ФОРМЫ

## 4) Характер разъема:

- С одной горизонтальной плоскостью разъема, параллельной направлению усилия смыкания пресс-формы,
- То же с двумя горизонтальными плоскостями разъема
- С одной, двумя или несколькими вертикальными плоскостями, перпендикулярными направлению усилия смыкания пресс-формы
- С комбинированным (горизонтальным и вертикальным) разъемом.

На рис. представлены три основных разновидности пресс-форм для прямого прессования.



Типы пресс-форм для прямого (комперссионного) прессования:

а – открытая; б – закрытая; в – с перетеканием;

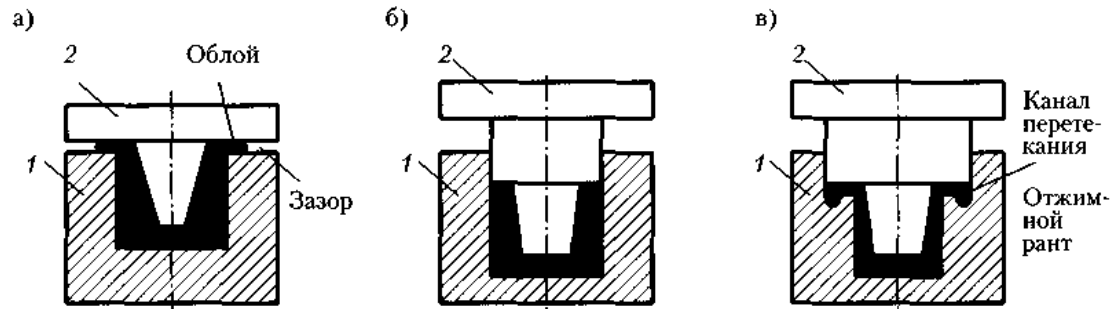
1– матрица; 2 – пуансон



# ПРЕСС-ФОРМЫ

В пресс-форме **открытого типа** при замыкании пресс-формы матрица и пуансон не соприкасаются. Они разделены зазором, заполненным расплавом, благодаря чему на него, расплав, и передается усилие прессования.

Такие пресс-формы просты по устройству и из-за отсутствия сопряжений матрицы с пуансоном долговечны, кроме того,



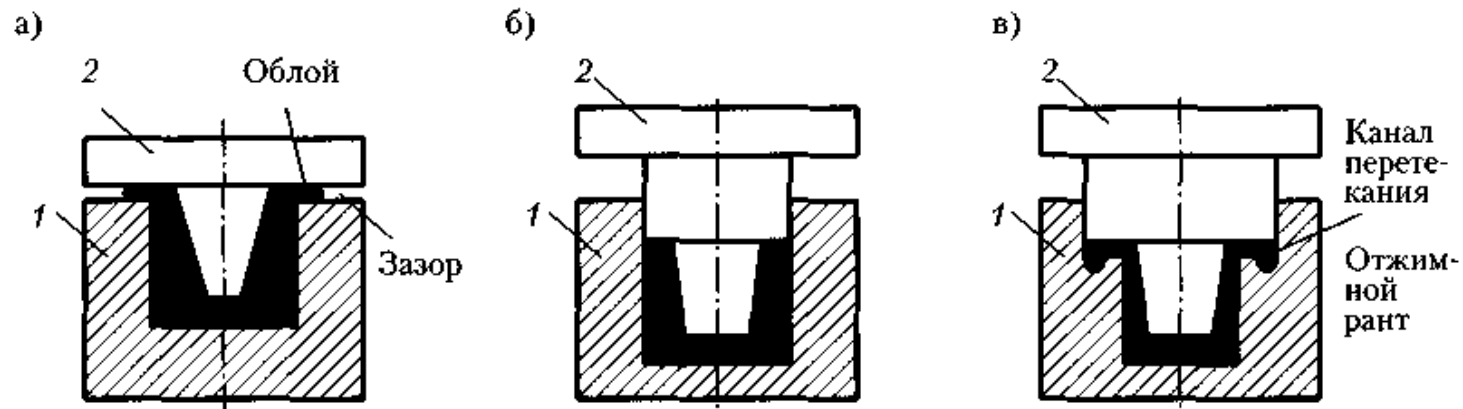
Типы пресс-форм для прямого (комперссионного) прессования:

а – открытая; б – закрытая; в – с перетеканием;  
1– матрица; 2 – пуансон

они обеспечивают точное соблюдение размеров изделия по высоте (избыток расплавленного пресс-материала вытекает в зазор). Перечисленные свойства являются причиной их широкого распространения. Недостатков у них два.

# ПРЕСС-ФОРМЫ

Первый – при прессовании обязательно образуется облой, который необходимо удалять механической обработкой, и второй – технология прессования требует тщательного соблюдения условий точного согласования момента создания давления прессования в форме с процессом гелеобразования расплава термореактивного связующего.



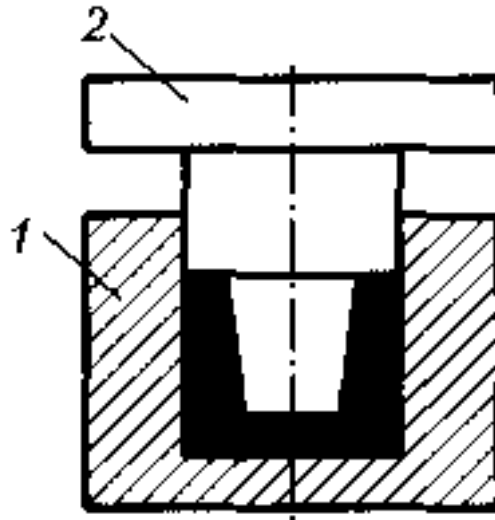
Типы пресс-форм для прямого (комперссионного) прессования:  
а – открытая; б – закрытая; в – с перетеканием;  
1– матрица; 2 – пуансон

При раннем создании давления прессования, когда расплав еще легкотекуч, зазор может оказаться слишком тонким или будет отсутствовать вовсе, пуансон просто «сядет» на матрицу и усилие прессования не будет передаваться на расплав.

# ПРЕСС-ФОРМЫ

Закрытые поршневые пресс-формы требуют точной дозировки пресс-материала. Кроме того, наличие сопряжения пуансон-матрица и возможность заполнения его зазора отверждающимся связующим вызывают ускоренный износ этой оснастки.

Пресс-формы полузакрытого типа, с перетеканием (в), характеризуются лучшими свойствами описанных выше конструкций.



Избыток расплава перетекает в кольцевой зазор, который легко отделяется от изделий.

Закрытая пресс-форма для прямого (компрессионного) прессования:  
1 – матрица; 2 – пуансон

Это позволяет не только соблюдать точность по высоте, но и использовать многогнездные формы. Определенный недостаток полузакрытых пресс-форм состоит в некотором возрастании площади прессования, что, в свою очередь, требует увеличения усилия прессования, создаваемого прессом.

# ПРЕСС-ФОРМЫ

Детали, из которых состоят пресс-формы, делятся на технологические и конструктивные. К технологическим относятся формообразующие детали, которые обеспечивают требуемую форму и устройство получаемых изделий. Это матрица, пуансон, знаки, вставки. Детали конструктивного назначения – выталкиватели, втулки, крепежные детали.

В примере, приведенном на рис., к технологическим деталям пресс-формы открытого типа для прямого прессования относятся: матрица 3, пуансон 2, вставка 7, а к деталям конструктивного назначения – обогреваемая плита 8, направляющая колонка 5, втулка 4, выталкиватели 6, основание 10. Позициями 1 и 9 на схеме отмечены, соответственно, ползун и стол пресса.

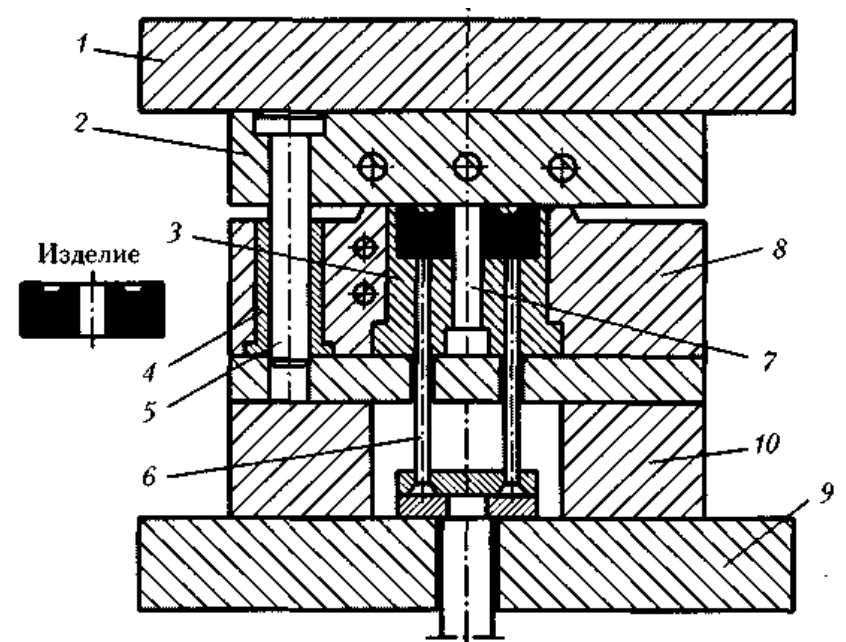


Схема пресс-формы для прямого прессования

## 10.6. БРАК И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

**Основные виды брака** при прессовании следующие.

1) **Недопрессовка** – рыхлость изделия общая или частичная (местная недопрессовка). Основная причина недопрессовки – нехватка пресс-материала, которая возникает из-за неправильной дозировки, а также чрезмерного вытекания пресс-материала при его повышенной текучести или наличии больших зазоров между пуансоном и матрицей.

Кроме того, к недопрессовке могут приводить низкая текучесть материала, низкое удельное давление и отклонения от оптимальной температуры прессования.

2) **Матовость изделия** возникает из-за того, что связующее не выступает на поверхность пресс-изделия и не обеспечивает внешность глянца. Причиной матовости может быть слишком высокая или слишком низкая

температура прессования, а также недостаточная полировка пресс-формы или загрязнение ее поверхности маслом при продувке воздухом.

## БРАК И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

3) *Вздутия* на поверхности изделия бывают в основном из-за чрезмерно высокой температуры прессования и повышенного содержания летучих. Повышенное давление паров и газов приводит к вздутиям недостаточно отвержденной поверхности. Неполное отверждение может быть также при пониженной температуре прессования и недостаточной выдержке.

4) *Трещины* часто появляются совместно с вздутиями вследствие выхода летучих через поверхность изделия. К появлению трещин приводят внутренние напряжения из-за неравномерной усадки,

неправильного расположения арматуры и нерациональной конструкции пресс-формы. Трещины также образуются при неисправностях выталкивающей системы.

5) *Неровность и волнистость* изделия наблюдается при повышенной влажности и текучести.

6) *Прилипание* изделий к пресс-форме происходит из-за недостатка смазки, загрязненной поверхности пресс-формы, неполном отверждении пресс-материала и при малой конусности оформляющих частей пресс-формы.

# БРАК И ЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

7) *Коробление* появляется при неравномерной усадке изделия.

8) *Складки* (швы) получаются при высоких подпрессовках, сделанных замедленно или поздно и при задержке замыкания пресс-формы.

9) *Широкая фаска* возникает из-за толстого грата, наблюдаемого при низкой текучести пресс-материала и неудачной конструкции пресс-формы.

10) *Изменение цвета* происходит вследствие разложения красителя (неудачный выбор) и перегреве пресс-материала.

11) *Механические повреждения* – в виде отрывов, сколов, трещин и т. д. – могут появиться при неудачной конструкции выталкивающей системы, прилипанию, неаккуратном сбрасывании пресс-изделий в тару и неполадках при внешней отделке изделий.

Основными мерами предотвращения брака являются тщательное соблюдение технологического режима прессования, исправность оборудования и соответствие пресс-материала техническим требованиям.

# Контрольные вопросы

1. Классификация способов переработки пластмасс.

2. В чём суть подготовки полимеров к переработки?

3. Что такое аморфные полимеры?

4. В чём особенности формования кристаллизующихся полимеров?

5. В чём суть прямого прессования?

5. В чём суть литьевого прессования?



# **ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

- 1. Изучить виды брака при получении изделий из пластмасс прессованием.**

# Список литературы

1. [http://portal.tpu.ru/SHARED/a/ALEXDES/instructional\\_work/](http://portal.tpu.ru/SHARED/a/ALEXDES/instructional_work/)

2. Ковалев В. Г. Основы технологии изготовления деталей из пластмасс. Учебное пособие по курсу “Технология приборостроения”, Москва, 1998

3. Современные технологии получения и переработки полимерных и композиционных материалов : учебное пособие /В.Е. Галыгин, Г.С. Баронин, В.П. Таров, Д.О. Завражин. –Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 180 с.



**Кафедра технології металлов и матеріалознавства**

**Лалазарова Наталиа Алексеевна**

**г. Харьков, ул. Петровского, 25, ХНАДУ, КАФЕДРА ТМ и М  
Tel.(8-057 )707-37-92**