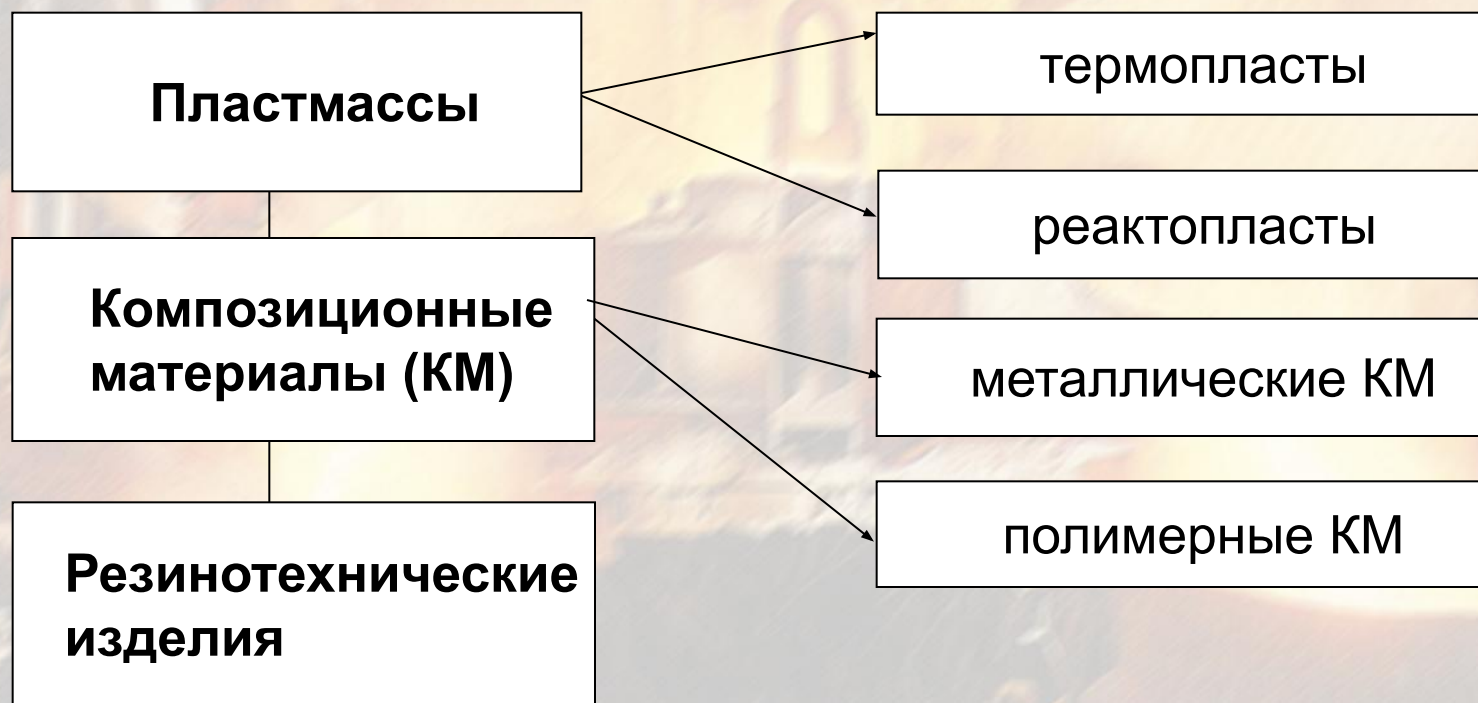


The background of the slide is a blurred industrial scene. It appears to be a foundry or a metal processing plant. There are large, glowing orange and yellow pools of molten metal in the foreground, which are out of focus. In the background, there are various industrial structures, including what looks like a crane or a large lifting mechanism, and some scaffolding. The overall lighting is warm and bright due to the heat of the molten metal.

Пластмассы, резины и композиционные материалы

Общая классификация материалов



Пластмассы

Пластмассами называют искусственные или синтетические материалы на основе полимеров, способные при нагревании и давлении приобретать заданную форму и сохранять ее в обычных условиях.

Пластмассы получают из дешевого исходного сырья - нефтепродуктов, природных газов, целлюлозы и др.



Классификация пластмасс

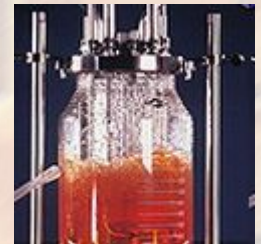
Группируют пластмассы по составу, природе связующих веществ, отношению к нагреванию, типу и разновидностям наполнителя, наличию пластификаторов.

По составу различают **простые** (однородные) и **сложные** (наполненные) пластмассы. Простые пластмассы состоят только из связующего вещества, а в сложных, кроме него, содержатся наполнители, пластификаторы, красители, стабилизаторы и др.



Состав пластмасс

- **Связующие вещества** - основная часть пластмассы. Это природные, искусственные или синтетические полимеры, определяющие способность пластмассы формоваться и затвердевать. Связующие вещества определяют также основные физико-механические и химические свойства пластмасс.
- **Наполнители** - порошкообразные, волокнистые или слоистые неорганические или органические материалы, которые повышают прочность и жесткость пластмасс, тепло- и водостойкость, электроизоляционные и другие свойства. В качестве наполнителей пластмасс применяют мел, тальк, каолин, кварцевый песок, волокна хлопка, асбест, ткани и бумагу.
- **Пластификаторы (мягчители)** - маслообразные органические вещества, которые вводятся в пластмассы для увеличения их эластичности и гибкости, морозостойкости.
- **Красители** применяют для окрашивания пластмасс. Ими могут быть тонкоизмельченные пигменты или органические красители, стойкие к действию высоких температур при переработке пластмасс.
- **Стабилизаторы** вводятся в состав пластмасс для замедления процесса их старения.

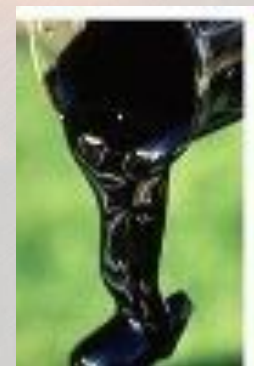
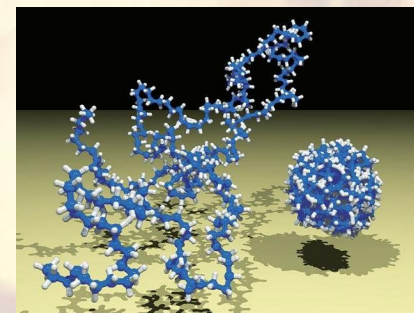
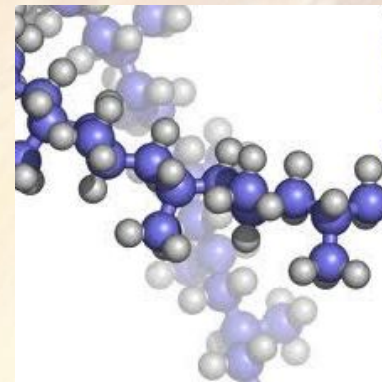


- **Термопластичные** пластмассы (термопласты) при нагревании размягчаются и плавятся, а при охлаждении затвердевают. Процесс размягчения и затвердевания может быть многократным.
- **Термореактивные** пластмассы (реактопласты) необратимы: при нагревании они вначале плавятся, а затем переходят в твердое неплавкое состояние за счет изменения структуры.



По природе связующих

- По природе связующих различают пластмассы:
 - на основе синтетических полимеров (смол),
 - химически измененных природных полимеров (эфиров целлюлозы, белков)
 - природных смол (битумов и пеков).



слоистые - с наполнителем в виде листов бумаги, тканей и др.;

газонаполненные - с открытыми или закрытыми порами.

По типу и разновидности наполнителя пластмассы

По наличию пластификаторов различают пластмассы

- **непластифицированные**
- **пластифицированные**.

волокнистые - с волокнистым наполнителем;

слоистые - с наполнителем в виде листов бумаги, тканей и др.;

газонаполненные - с открытыми или закрытыми порами.

По наличию пластификаторов различают пластмассы

- **непластифицированные**
- **пластифицированные**.

Краткая характеристика и область применения основных термопластов

Материал	Основные свойства	Область применения
Полиэтилен, полипропилен	Высокая термостабильность, Химическая стойкость к агрессивным средам , Высокая износостойкость	Кислотостойкие трубы и арматура, защитные покрытия от коррозии
Органическое стекло	Оптическая прозрачность Химическая стойкость к агрессивным средам	Емкости для химического производства, листовые конструкции.
Фторопласт	Химическая стойкость к агрессивным средам, Низкий коэффициент трения	Узлы трения, подшипники, зубчатые передачи, элементы химической арматуры
Полиамиды (капрон, нейлон)	Низкий коэффициент трения Высокая износостойкость Высокая теплостойкость	
Полистирол	Высокие диэлектрические свойства, Низкая механическая прочность	Элементы радиотехнических устройств

Методы изготовления деталей из термопластичных материалов

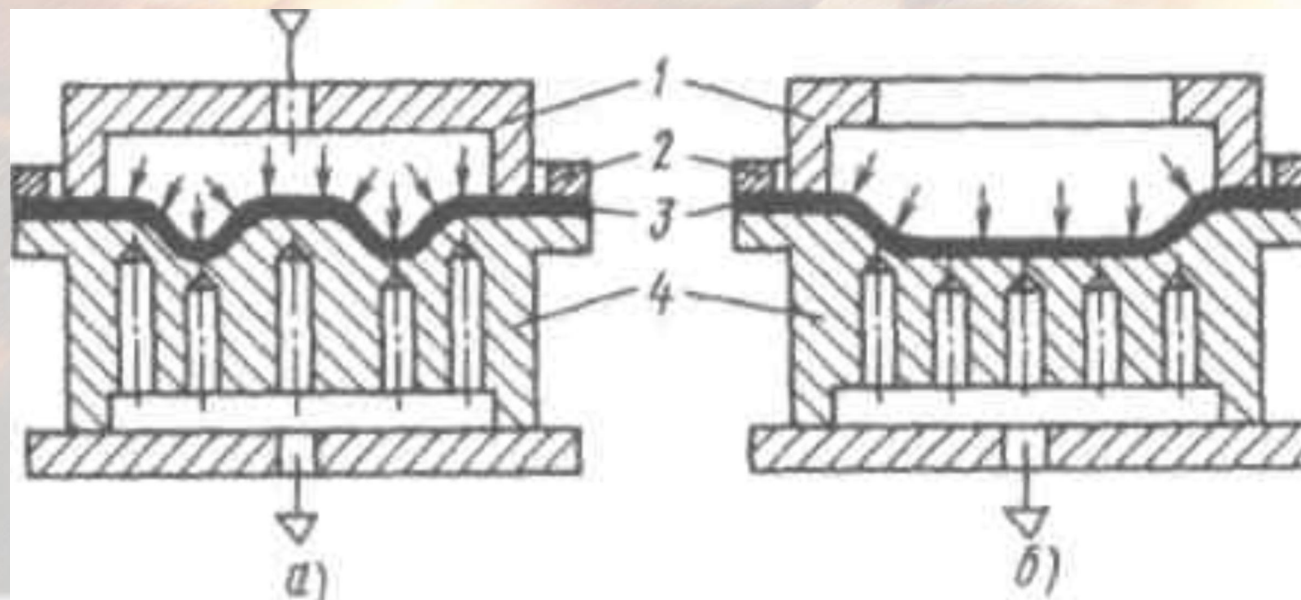
- пневматическая и вакуумная формовка;
- штамповка;
- экструзия (выдавливание);
- непрерывное выдавливание- получение листовых материалов ;
- прессование;
- литье под давлением;
- литьевое прессование;
- центробежное литье;
- обработка пластмасс резанием

Пневматическая и вакуумная формовка

Пневматическая формовка позволяет получать детали сложных пространственных конфигураций и различных толщин в зависимости от давления подаваемого воздуха.

Предварительно разогретую **заготовку** плотно прижимают к **матрице верхней камерой** и формируют с помощью сжатого воздуха, подаваемого в верхнюю часть камеры. После охлаждения готовую деталь извлекают из матрицы.

При **вакуум-формовке** происходит отсос воздуха из пространства между заготовкой и матрицей. Особенностью вакуумной формовки является простота установки и обслуживания. Однако небольшой перепад давления препятствует применению этого способа для получения толстостенных изделий и сложных конфигураций деталей.



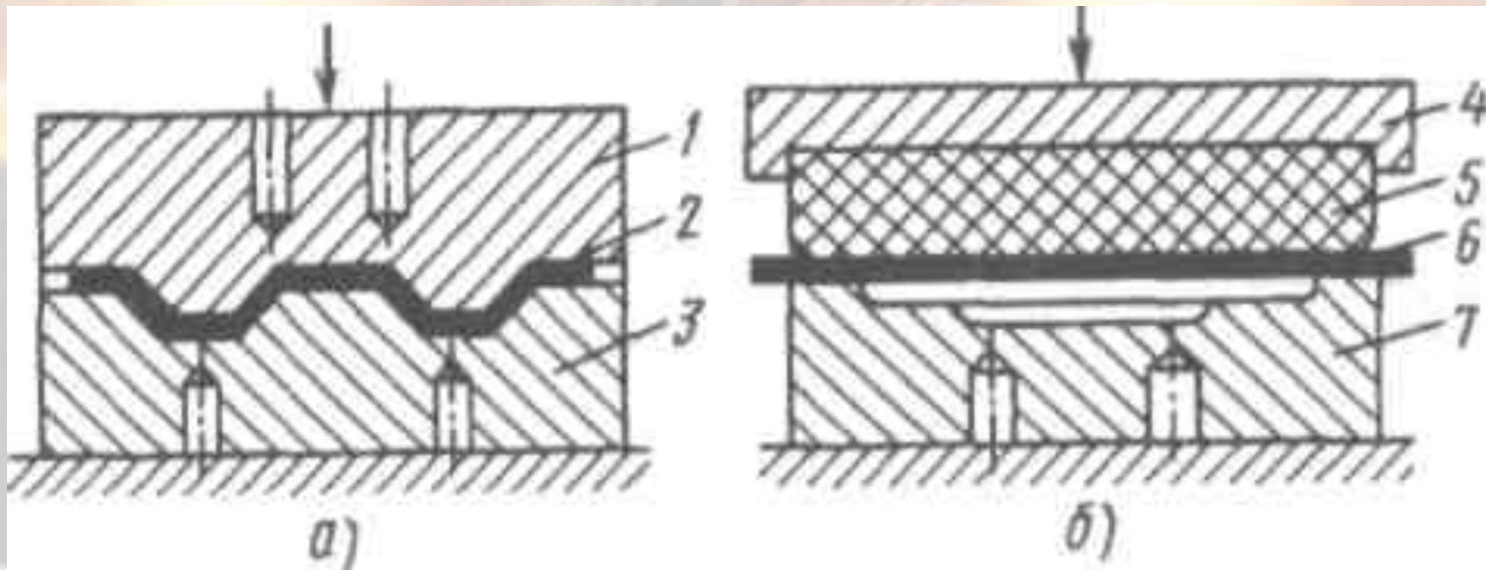
- 1 – верхняя камера,
- 2 – рамка,
- 3 – заготовка,
- 4 – матрица.

Штамповка

Штамповкой получают детали сложной пространственной формы (козырьки, обтекатели, стекла кабин и т.д.). Термопластичный листовый материал, разогретый до определенной температуры, формуют с помощью пуансона и матрицы на гидравлических или механических прессах.

Штамповка жестким пуансоном Зазор между пуансоном и матрицей равен толщине штампуемого материала. В пуансоне и матрице делают отверстия для выхода воздуха.

Штамповка эластичным пуансоном. Заготовку помещают на форму. Усилие прикладывают к плоскому резиновому пуансону, смонтированному в обойму. Этот способ используют для получения деталей, имеющих небольшие углубления и четкий рисунок.

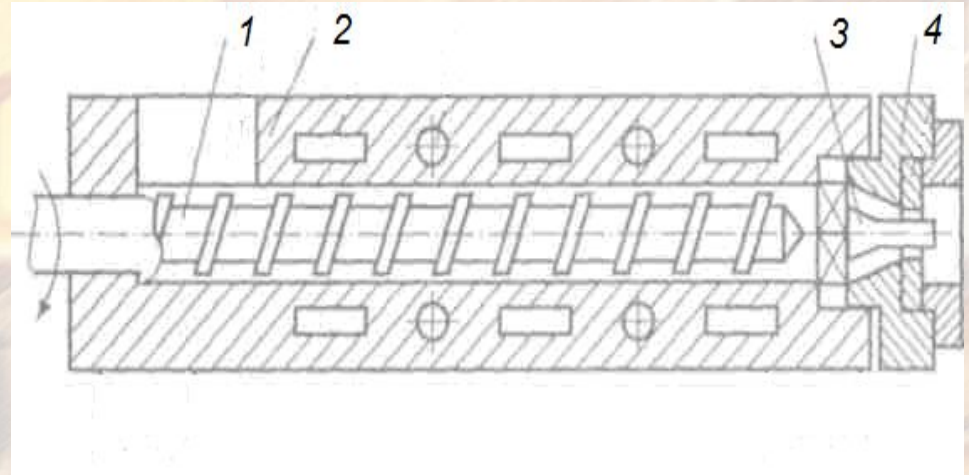


Экструзия (выдавливание)

При **экструзии** расплав полимера непрерывно выдавливается через формообразующее отверстие в виде профиля определенного сечения.

Выдавливание (или экструзия) отличается от других способов переработки термопластов непрерывностью, высокой производительностью процесса и возможностью получения на одном и том же оборудовании большого многообразия деталей.

Выдавливание осуществляют на специальных червячных устройствах - **экструдерах**. Профильные изделия: трубы, уголки, полосы, стержни а так же пленочные материалы получают методом экструзии.



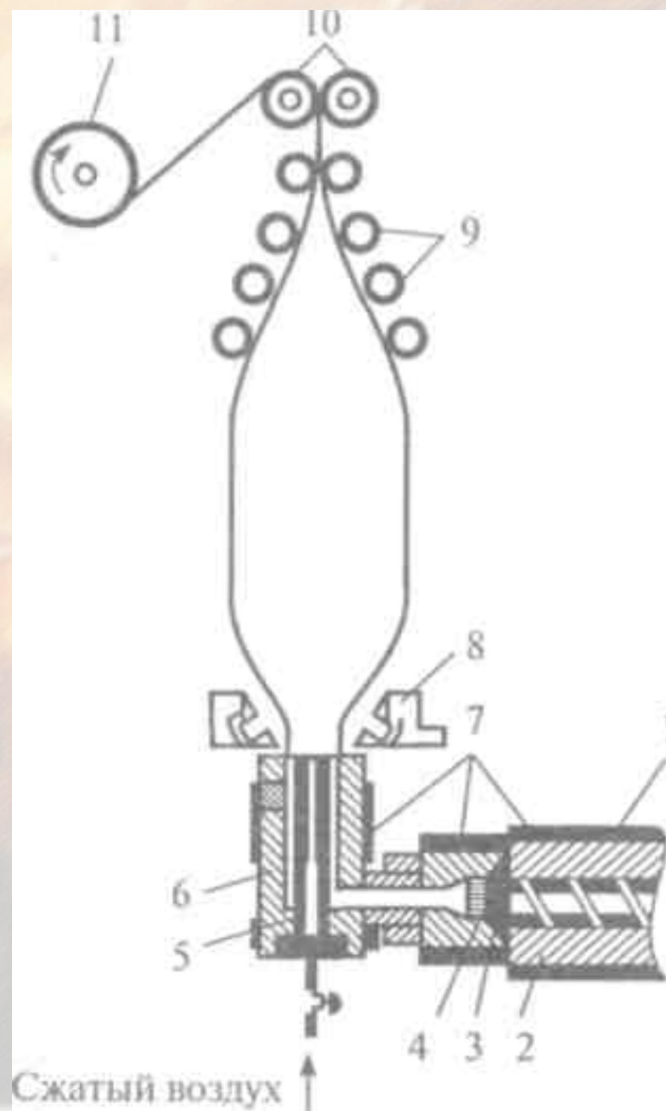
1-шнек, 2- корпус экструдера, 3- дорн, 4 – фильера.

Получение листовых материалов методом экструзии

Экструзия с использованием щелевых головок
При производстве листового материала используют также щелевые головки шириной до 1600 мм. Выходящее из щелевого отверстия полотно проходит через валки гладильного и тянущего устройств. Далее происходит охлаждение. Готовую продукцию сматывают в рулоны или разрезают на листы.

Получение листовых материалов методом раздува

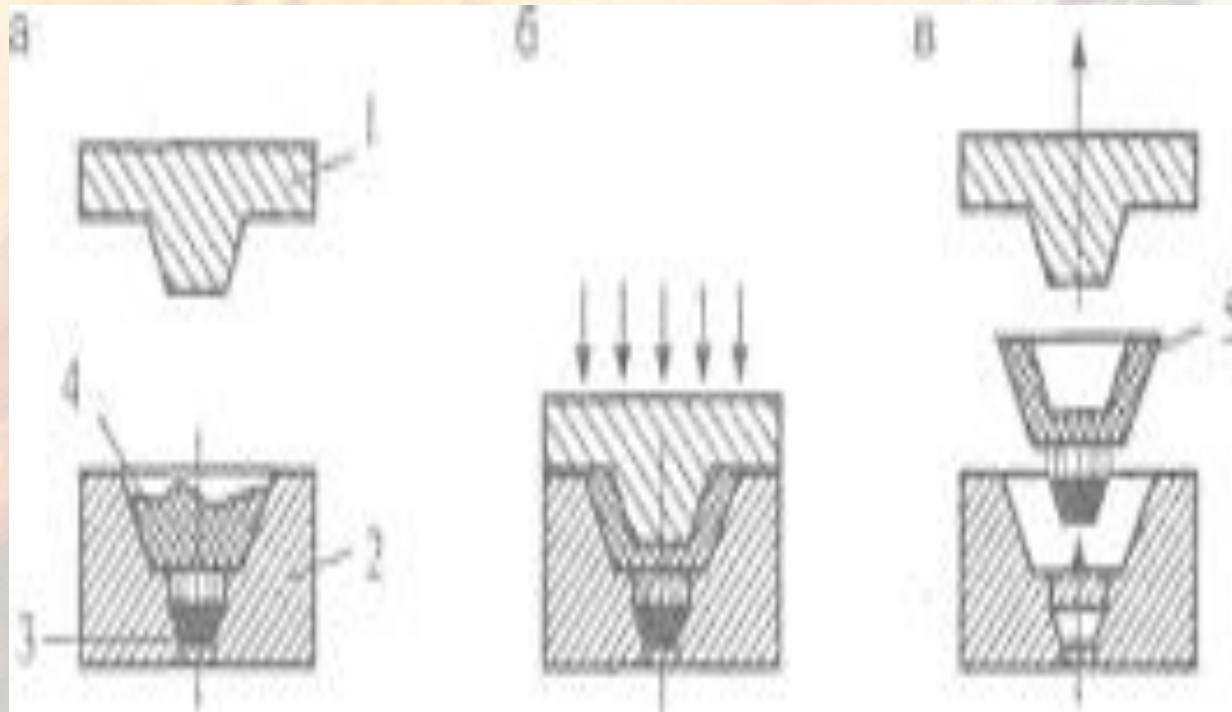
При получении пленок из термопластов (полиэтилена, полипропилена и др.) расплавленный материал продавливают через кольцевую щель насадной головки и получают заготовку в виде трубы, которую сжатым воздухом раздувают до требуемого диаметра. После охлаждения пленку подают на намоточное приспособление и сматывают в рулон.



Прессование

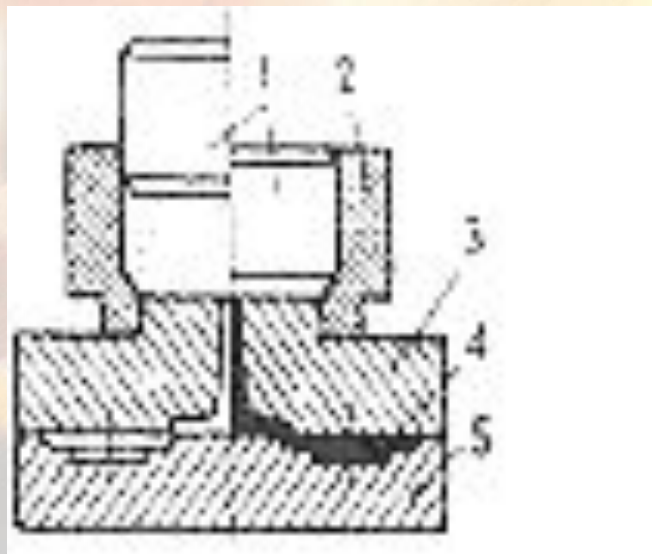
Получение изделий методом прямого прессования.

При загрузке материала в полость нижней пресс-формы (матрицы) он разогревается до вязкотекучего состояния и под давлением верхней части пресс-формы (пуансона) принимает форму готового изделия. Затем изделие охлаждается, после чего извлекается из формы.



Литьевое прессование

Литьевое прессование отличается от прямого прессования тем, что прессуемый материал загружают в специальную **загрузочную камеру**. Под давлением со стороны **пуансона** он выжимается из загрузочной камеры в полость **матрицы пресс-формы** через специальное отверстие в **литниковой плите**. После отверждения материала пресс-форму разъединяют и готовые детали извлекают из матрицы.

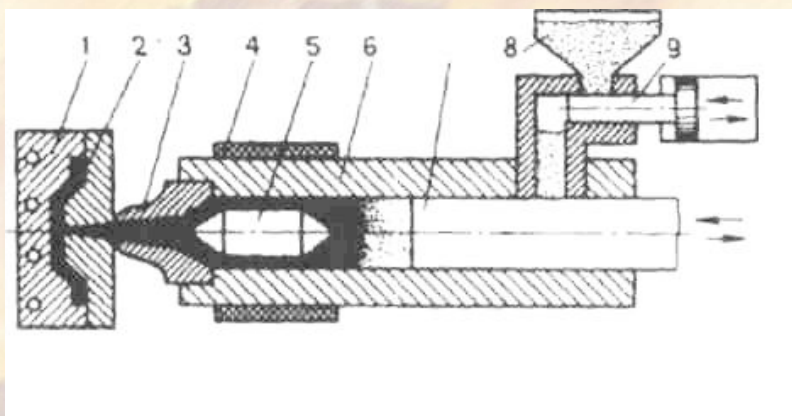


1-пуансон, 2-загрузочная камера,
3,5 – пресс-форма, 4 – изделие.

Литьевое прессование позволяет получать детали сложной формы, с глубокими отверстиями, в том числе резьбовыми. Возможна установка сложной и тонкой арматуры. Недостатком литьевого прессования является повышенный расход пресс-материала, так как в загрузочной камере и литниковых каналах остается часть неиспользуемого в дальнейшем пресс-материала. Кроме того, пресс-формы для литьевого прессования сложнее по конструкции и дороже пресс-форм для прямого прессования.

Литье под давлением, центробежное литье

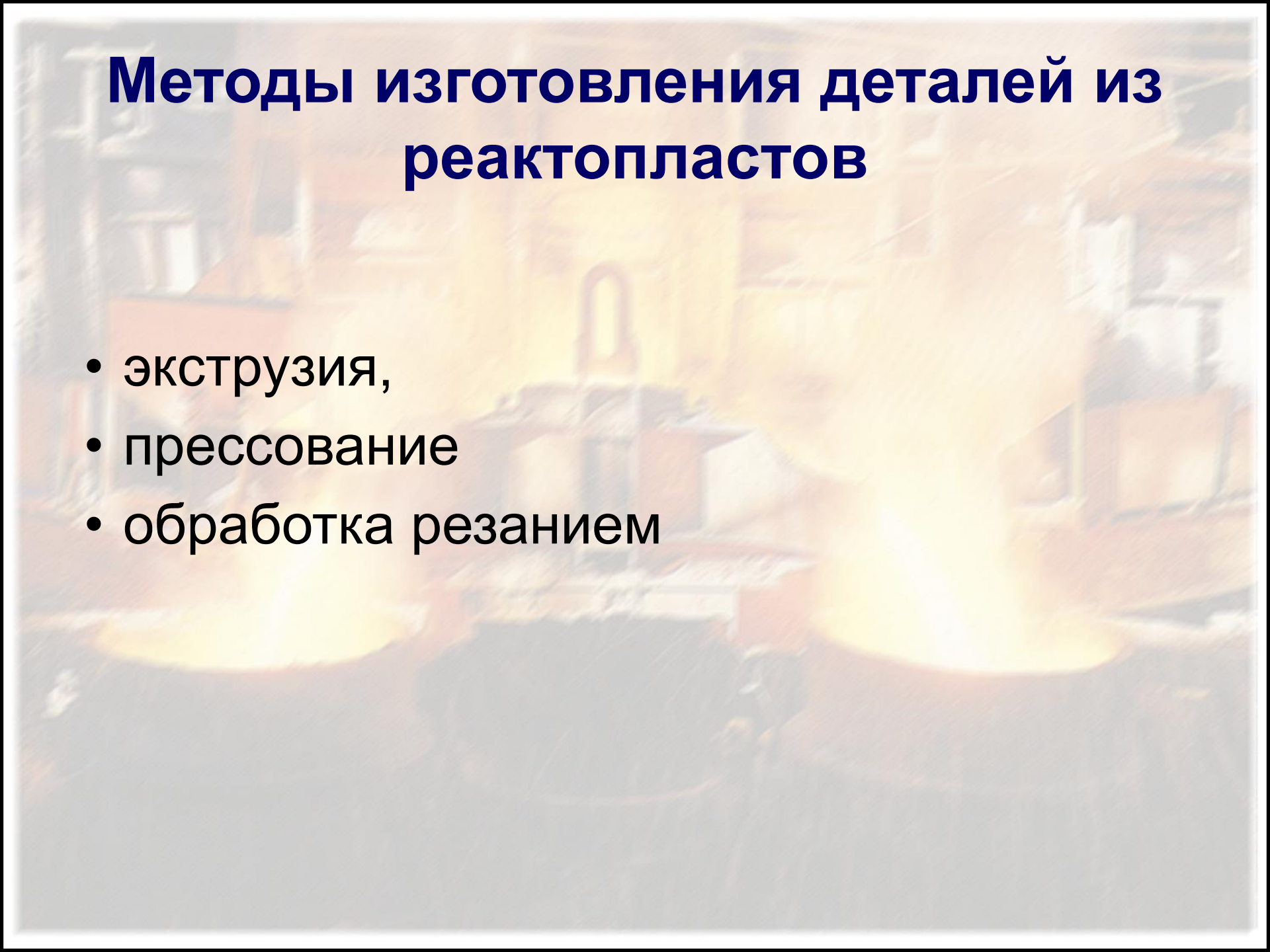
Литье под давлением характеризуется высокой производительностью, а получаемые изделия — высокой точностью и повышенной чистотой поверхности. Технология позволяет получать детали массой от нескольких десятков граммов до 100 кг. Литьем под давлением получают детали сложной конфигурации с различными толщинами стенок, ребрами жесткости, с резьбами и т.д.



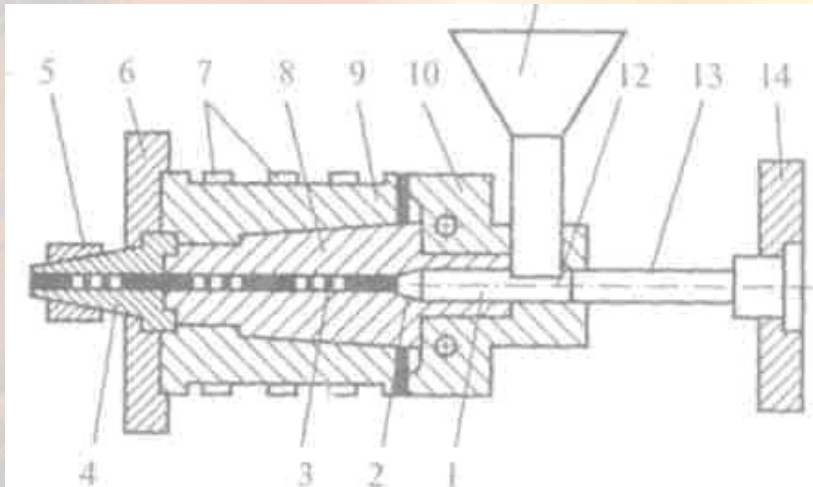
Центробежное литье применяют для получения крупногабаритных и толстостенных деталей из термопластов (кольца, шкивы, зубчатые колеса и т.п.). Центробежные силы плотно прижимают залитый материал к внутренней поверхности формы. После охлаждения готовую деталь извлекают из формы и заливают новую порцию расплавленного материала.

Методы изготовления деталей из реактопластов

- экструзия,
- прессование
- обработка резанием



Экструзия



При **экструзии** материал непрерывно выдавливается через формообразующее отверстие в виде профиля определенного сечения. Методом экструзии получают профильные изделия: трубы, уголки, полосы, стержни. Выдавливание термореактивных материалов осуществляют в пресс-формах на горизонтальных гидравлических прессах

Обработка пластмасс резанием

Основные особенности процесса резания пластмасс.

Силы при резании в 10...20 раз меньше чем при обработке металлов.

Вследствие низкой теплопроводности материала основное тепло переходит в инструмент и инструмент интенсивно нагревается.

Поэтому в качестве материала для инструментов используется быстрорежущая сталь и твердый сплав (P6M5, P18, У10А, ВК8, ВК6)

При температурах свыше 70...100° С происходит оплавление обрабатываемой поверхности и налипание стружки на инструмент и качество поверхности резко ухудшается

Используются следующие виды обработки материалов резанием:

- токарная,
- фрезерование,
- сверление,
- нарезание резьб,
- обработка абразивным инструментом.

Резинотехнические изделия

В машиностроении, в частности в автомобилестроении, применяют широкую номенклатуру резиновых технических изделий. Это – ремни для передачи вращательного движения с одного вала на другой, шины, сальники и манжеты, шланги , шины.

Основные преимущества применение резины:

- высокая эластичность,
- способность к большим обратимым деформациям,
- стойкость к действию агрессивных химических сред,
- хорошие диэлектрические свойства.

Для получения заданных эксплуатационных характеристик в состав резиновых смесей вводят:

наполнители, антиоксиданты, мягчители и красители.

Особенности производства шин

При производстве шин для увеличения прочности используется металлическая проволока и ткань.

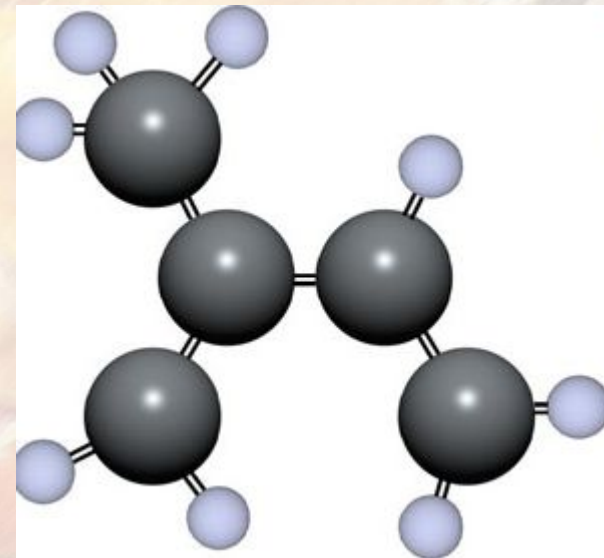
Особенности производства Эбонита

При добавлении в каучук большего количества серы (до 30%) получают Эбонит.

Резина

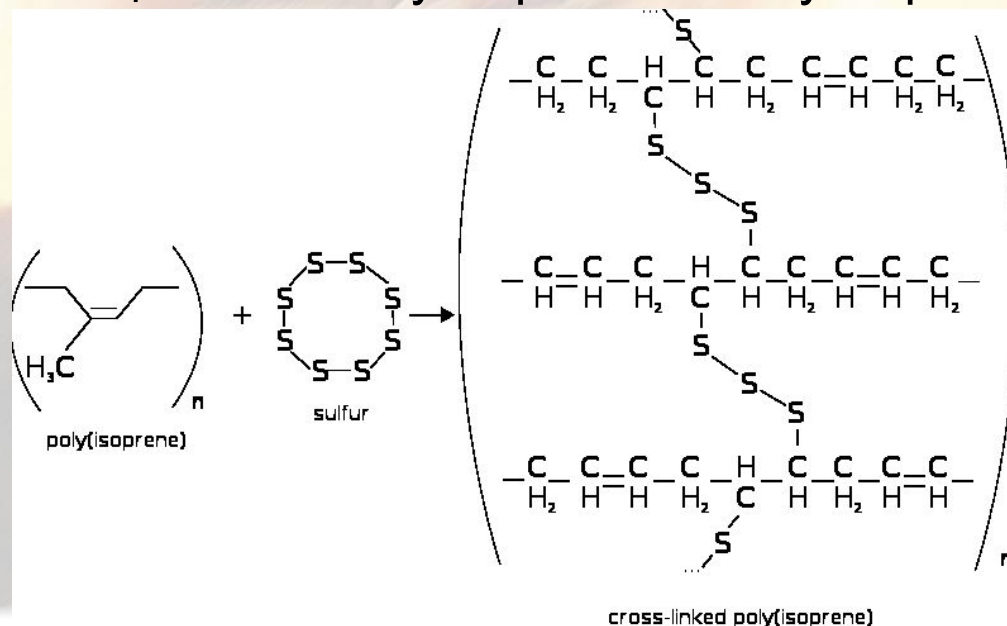
Рези́на (от лат. *resina* «смола») — эластичный материал, получаемый вулканизацией каучука. По степени вулканизации резины разделяются на мягкие (1—3 % серы), полутвёрдые и твёрдые (30 % серы) (эбонит). Плотность — $1,2 \text{ т/м}^3$.

Основой для изготовления всех резинотехнических изделий служит синтетический каучук. Каучук превращают в резину путем вулканизации. Процесс вулканизации проводят при температуре $140 \dots 180^\circ\text{C}$, в качестве вулканизирующего вещества обычно используют серу.

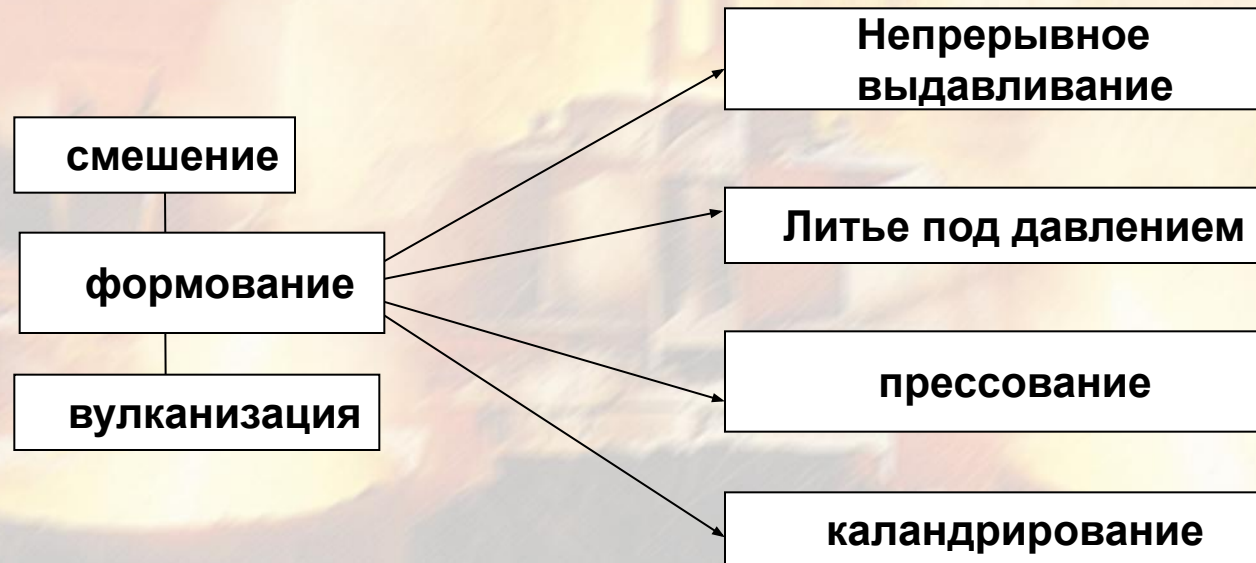


Вулканизация

Вулканизация — технологический процесс взаимодействия каучуков с вулканизирующим агентом, при котором происходит сшивание молекул каучука в единую пространственную сетку. При этом повышаются прочностные характеристики каучука, его твёрдость и эластичность, снижаются пластические свойства, степень набухания и растворимость в органических растворителях. Вулканизирующими агентами могут являться: сера, пероксиды, оксиды металлов, соединения аминного типа и др. Для повышения скорости вулканизации используют различные ускорители.



Технологический процесс получения резинотехнических изделий



Технологический процесс получения резинотехнических изделий

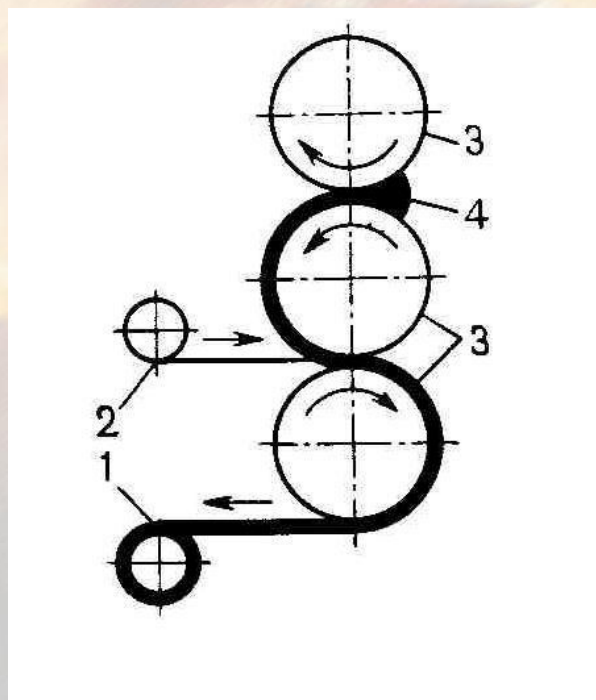
Прессование является одним из основных способов получения фасонных деталей (манжет, уплотнительных колец и др.) . Прессование осуществляется в металлических пресс-формах на гидравлических прессах. Применяют горячее и холодное прессование. Горячее прессование ведется при температуре 140150 °С

Литье под давлением. Детали сложной формы получают путем заполнения резиновой массой пресс-форм. Резиновая смесь поступает под давлением при температуре 80120 °С.

Выдавливание (экструзия) используется для получения профилированных резиновых изделий (труб, прутков, лент, полос). Выдавливание осуществляется с помощью машин червячного типа – **экструдеров**, подобных тем, которые применяются при формообразовании деталей из пластмасс.

Каландрирование

Каландрирование. Специфическая операция используется для получения резиновых смесей в виде листов. Резиновую массу прокатывают на многовалковых машинах – **каландрах**. Для получения прорезиненной ткани в зазор между валками каландров пропускают ткань вместе с резиновой смесью.



Композиционные материалы (КМ)

- Композиционный материал- объемное сочетание хотя бы двух химически разнородных материалов с четкой границей раздела между этими компонентами.

Композиционные материалы подразделяются на **волокнистые, слоистые и дисперсно-упрочненные.**

- **Матрица** - является основой конструкции придает изделию форму, воспринимает внешние нагрузки. **Армирующие материалы** могут быть волокна, слои , а в некоторых случаях дисперсные частицы.
- Чаще всего используются волокнистые композиционные материалы. В зависимости от материала матрицы они разделяются на **металлические композиционные материалы (МКМ)** и **полимерные композиционные материалы (ПКМ)**. В первой - материалом матрицы служит металл, во второй - _ термореактивный полимер.

Металлические композиционные материалы(МКМ)

- Применение этих материалов позволяет создать изделия из МКМ, работающие при температурах от 300 до 1600°C/

Материал матрицы:

- Сплавы алюминия,
- Магния,
- Титана,
- Меди.
- на основе системы “никель-хром” .

Состав армирующего элемента:

**Металлическая проволока,
Оксиды алюминия и циркония,
Карбиды кремния и вольфрама,
Волокна углерода и Бора.**

Изготовление изделий из МКМ

- При разработке технологического процесса приходится решать многие вопросы: в том числе, выбор материала волокон и матрицы, конструкции армирующих элементов, способа объединения волокон и матрицы.

Методы получения армирующих элементов

Основные способы объединения волокон и матрицы

- Жидкофазные – пропитка
- Твердофазные - ОМД, сварка
- Из других следует отметить: осаждение из раствора солей, осаждение из парогазовой фазы, направленная кристаллизация, плазменное напыление.

Методы получения армирующих элементов

- **Для получения армирующих элементов из коротких волокон или проволок применяют технологию текстильной переработки. Короткие волокна перерабатывают в пряжу. Пряжу используют либо непосредственно, либо изготавливают на ее основе ткань.**

Изготовление изделий из МКМ

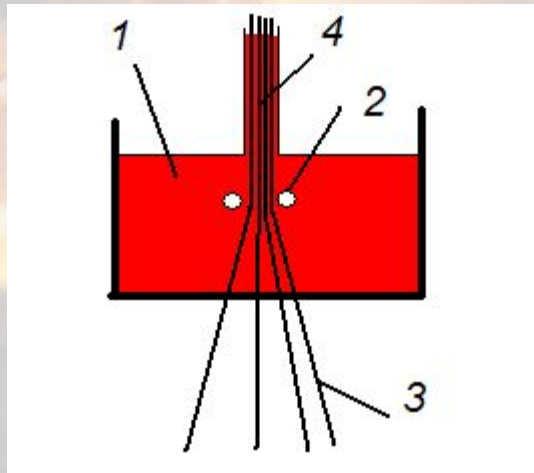
Наиболее освоенным промышленностью способом изготовления изделий из МКМ является **пропитка**

Применяют две схемы пропитки.

- Изделие из МКМ получают путем заливки расплавленного материала матрицы в форму с уложенным в ней каркасом из армирующих волокон.
- Для повышения качества используют **вакуумную пропитку**. Для этого полуфабрикат на выходе помещают в вакуумную камеру.

Протяжка

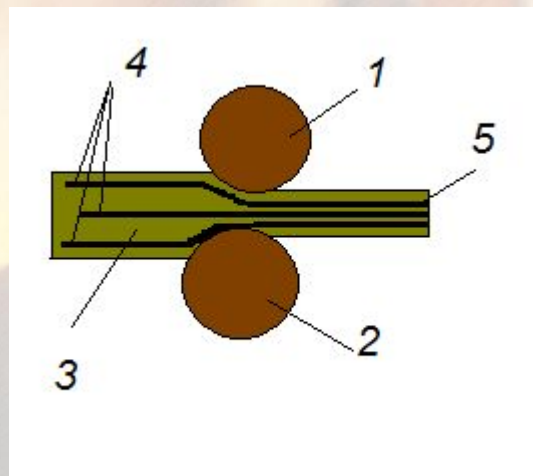
- Наиболее производительным является способ **непрерывной протяжки армирующих каркасов через расплав материала матрицы**. Волокна или ленты проходят через ванну с расплавом и на выходе через фильеру получают непрерывный полуфабрикат с заданной формой поперечного сечения.



- 1 – ванна с расплавом,
- 2- ограничители волокон,
- 3 – волокна,
- 4 – полуфабрикат МКМ

Изготовление изделий из МКМ методами ОМД (прокатка и ковка)

- Из твердофазных способов изготовления изделий из МКМ в промышленности наиболее освоены методы ОМД (**прокатка** и **ковка**). Основным критерием применения этих способов является: совместное пластическое деформирование материала матрицы и волокон не должно приводить к разрушению армирующих элементов.



1,2- валки,
3- матрица,
4 – волокна,
5 – готовый продукт.

Полимерные композиционные материалы (ПКМ)

- Основным материалом **матрицы** полимерно-композиционного материала (ПКМ) является термореактивные смолы (эпоксидные, полиэфирные) которые отверждаются при введении в них отвердителя. В качестве **армирующего элемента** используют стекловолокно, волокна углерода и бора
- Название ПКМ присваивают в зависимости от используемого армирующего материала. В частности для упомянутых выше материалов ПКМ называются: **стеклопластиковыми, углепластиковыми и боропластиковыми.**

Изготовление изделий из ПКМ

- Пропитка,
- Контактная формовка,
- Прессование,
- Обработка материалов резанием

Пропитка

- **Пропитка**
- Универсальным и наиболее освоенным промышленностью способом изготовления ПКМ является **пропитка**. Намотка волокон осуществляется на вращающуюся оправку с контролируемым углом и расположением армирующего материала. Одновременно производится пропитка фенолформоальдегидными смолами

Контактная формовка

- **Контактная формовка**
- Контактной формовкой изготавливают крупногабаритные детали. На специально изготовленную форму наносят предварительно раскроенный слой ткани пропитанный связующим и специальным инструментом обеспечивают плотное прилегание ткани к поверхности формы. Затем снова наносят ткань и связующее и т.д. до получения нужной толщины. Отверждение происходит при нормальной температуре в течение 5...50 ч. Для сокращения процесса отверждения заготовку помещают в автоклав. В этом случае отверждение происходит при повышенных температуре и давлении.

Прессование

- **Прессование (Получение слоистых ПКМ)**
- В электротехнической и химической промышленности широко используются слоистые КМ. В них **армирующим элементом** является: хлопчатобумажная ткань для текстолита или бумага для гетинакса
- В качестве **матрицы** используются эпоксидные смолы, которые обеспечивают высокую механическую прочность, кремнеорганические смолы, которые обеспечивают химическую стойкость, фенолформальдегидные смолы, которые обеспечивают высокие электроизоляционные свойства.
- Производство таких материалов осуществляется с помощью **прессования**. В пресс-форму помещают слой ткани или бумаги, пропитанный связующим. Затем наносят последующие слои

