

# Полимеры

---

# Определение

- Пластмассами называют материалы, способные при определенных температуре и давлении принимать заданную форму и сохранять ее в эксплуатационных условиях.
- Обычно получают в результате совместной обработки:
  - высокомолекулярных органических соединений,
  - наполнителей,
  - окрашивающих веществ,
  - пластификаторов, отвердителей
  - и других добавок.
- Главной составляющей является смола.

# Получение

- Производство синтетических пластмасс основано на реакциях:
- полимеризации,
- поликонденсации или
- полиприсоединения низкомолекулярных исходных веществ,
- выделяемых из угля, нефти или природного газа, таких, как бензол, этилен, фенол, ацетилен.
- При этом образуются высокомолекулярные связи с большим числом исходных молекул (приставка «поли-» от греческого «много», например этилен-полиэтилен).

# Полимеризация

- — процесс образования высокомолекулярного вещества путём многократного присоединения молекул низкомолекулярного вещества (мономера, олигомера) к **активным центрам** в растущей молекуле полимера.
- Молекула мономера, входящая в состав полимера, образует мономерное (структурное) звено. Элементный состав мономера и полимера приблизительно одинаков.

# Полимеризация

- Механизм полимеризации :
- инициирование — зарождение активных центров полимеризации;
- рост цепи — процесс последовательного присоединения молекул мономеров к центрам;
- передача цепи — переход активного центра на другую молекулу;
- разветвление цепи — образование нескольких активных центров из одного;
- обрыв цепи — гибель активных центров.

# Полимеризация

- В основу классификации полимеризации могут быть положены различные признаки:
- число типов молекул мономеров:
  - *гомополимеризация* — полимеризация одинаковых мономеров;
  - *сополимеризация* — полимеризация двух и более разных мономеров.

# Полимеризация

- структурные особенности полученного полимера:
  - *стереорегулярная полимеризация* — полимеризация с образованием полимеров с упорядоченной пространственной структурой;
- технологические особенности полимеризации:
  - *полимеризация при высоком давлении* и др..
- химическая природа мономеров:
  - *полимеризация олефинов* и др..
- В основе химических превращений полимеров лежит замена одних функциональных групп на другие, что проходит без изменения степени полимеризации.

# Поликонденсация

- — процесс синтеза полимеров из полифункциональных (чаще всего бифункциональных) соединений, обычно **сопровождающийся выделением низкомолекулярных побочных продуктов** (воды, спиртов и т. п.) при взаимодействии функциональных групп.



# Поликонденсация

- В реакции поликонденсации могут вступать:
- как один мономер с двумя различными функциональными группами: например, синтез поли-ε-капроамида (нейлона-6, капрон) из ε-аминокапроновой кислоты,
- так и два мономера, несущие различные функциональные группы, например, синтез нейлона-66 поликонденсацией адипиновой кислоты и гексаметилендиамина; при этом образуются полимеры линейного строения (линейная поликонденсация, см. Рис.1).
- В случае, если мономеры несут более двух функциональных групп, образуются сшитые полимеры трёхмерной сетчатой структуры (трёхмерная поликонденсация).

# Поликонденсация

- Особняком стоят реакции синтеза полимеров из циклических мономеров по механизму раскрытия цикла — присоединение, например, синтез нейлона-6 из капролактама (циклического амида ε-аминокапроновой кислоты); несмотря на то, что выделение низкомолекулярного фрагмента при этом не происходит, такие реакции чаще относят к поликонденсации.
- **Основные промышленные группы полимеров, синтезируемых поликонденсацией**
- **Линейные полимеры**
  - Полиамиды
  - Полиуретаны
  - Поликарбонаты
  - Полиэфиры
  - Полисилоксаны
- **Сетчатые полимеры**
  - Алкидные смолы
  - Меламин-альдегидные смолы
  - Мочевино-альдегидные смолы
  - Фенол-альдегидные смолы

# Гомополимеры. Сополимеры. Стереоизомеры

- Полимеры, построенные из одинаковых мономеров называют гомополимерами (homopolymer), из разных - сополимерами (copolymer).  
Для некоторых типов материалов (полипропилен, полистирол и др.) помимо химической формулы большое значение имеет стереоизомерия - тип пространственной конфигурации боковых групп :
  - - изотактический (isotactic) - боковые группы расположены "по одну сторону" полимерной цепи;
  - - синдиотактический (syndiotactic) - боковые группы последовательно чередуются "по одну и другую сторону" полимерной цепи;
  - - атактический (atactic) - беспорядочное расположение боковых групп "по одну и другую сторону" полимерной цепи.

# Структура сополимеров

- По структуре сополимеры делят на несколько типов:
- - блок-сополимер (block-copolymer) - регулярное чередование последовательностей (блоков) звеньев в основной цепи;
- - статистический сополимер (random copolymer) - нерегулярное чередование последовательностей звеньев;
- - привитой сополимер (graft copolymer) - имеет основную цепь в виде гомополимера или сополимера, к которой присоединены боковые цепи;
- - чередующийся или альтернатный сополимер (alternating copolymer) - регулярное чередование звеньев в основной цепи.
- Помимо двойных сополимеров, построенных из двух типов мономерных звеньев, выпускаются тройные сополимеры (terpolymer), состоящие из трех типов звеньев, а также сополимеры с четырьмя и большим количеством типов звеньев. Тройными сополимерами являются АБС-пластики (ABS), АСА-сополимер (ASA) и др.

# Состав

- **Связующее вещество.** Пластмассы, полученные на основе искусственных смол, относятся к полимерным соединениям. Естественные смолы (янтарь, шеллак) и продукты переработки естественных материалов (асфальт, канифоль и др.) применяются значительно реже.
- **Наполнители** придают пластмассам определенные физико-механические свойства и во многих случаях удешевляют стоимость пластмассовых деталей.
- В качестве наполнителей используются органические вещества: древесная мука, древесный шпон, бумага, ткани, хлопковые очесы, стружка, опилки и пр., а также минеральные вещества: кварцевая мука, тальк, каолин, асбест, стекловолокно, стеклоткань и пр.

# Состав

- **Пластификаторы** обеспечивают пластмассам пластичность, увеличивают текучесть. В качестве их используются дибутилфталат, трикрезилфосфат, камфора и т. п.
- **Смазывающие вещества** предотвращают прилипание изготовленного изделия к форме. К ним относятся стеарин, воск и т. п.
- **Стабилизаторы** повышают термостабильность и связывают побочные продукты. Стабилизаторами служат неорганические (вода, фосфаты) и органические (аминокислоты) вещества.
- **Красители** (нигрозин, мумия и др.) придают пластмассам требуемую окраску.
- **Катализаторы** (известь, окись магния) сокращают время отвердевания.

# Термопласты и реактопласты

- В зависимости от применяемых смол пластмассы разделяют на термореактивные и термопластичные (реактопласты и термопласты).
- *Реактопласты* при нагреве во время переработки переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. Процесс переработки *реактопластов необратим* — они не размягчаются вторично.
- *Термопласты* приобретают пластичность при нагревании, а при охлаждении переходят в твердое состояние. Эту способность они сохраняют неоднократно. Процесс изготовления изделий из термопластов является обратимым, что позволяет использовать отходы для повторной переработки.

# Свойства

- **Пластмассы** имеют ряд ценных свойств: высокую электроизоляционную и химическую стойкость, малую звуко- и теплопроводность, хорошую водо-, морозо- и светостойкость. Большинство пластмасс стойко к различным минеральным маслам и бензину. Они в среднем в два раза легче алюминия (удельный вес от 0,9 до 1,8), обладают высоким сопротивлением истиранию, хорошо работают в условиях вибрационных нагрузок, имеют высокую механическую прочность.



# Свойства

- Пластические массы хорошо обрабатываются и способны легко соединяться с металлами, тканями, древесиной. Коэффициент трения пластмасс зависит от их состава. Пластмассы с асбестовым наполнителем (асботекстолит) являются фрикционными материалами, а пластмассы с наполнителем в виде хлопчатобумажной ткани (текстолит) или древесного шпона, а также целый ряд чистых смол являются антифрикционными материалами.
- К недостаткам пластмасс можно отнести их малую теплостойкость, которая лежит в пределах 35-250°С и зависит от типа применяемой смолы.

# Свойства

- Основные механические характеристики пластмасс те же, что и для металлов. Пластмассы характеризуются малой плотностью (0,85—1,8 г/см<sup>3</sup>), чрезвычайно низкими электрической и тепловой проводимостями, не очень большой механической прочностью. При нагревании (часто с предварительным размягчением) они разлагаются. Не чувствительны к влажности, устойчивы к действию сильных кислот и оснований, отношение к органическим растворителям различное (в зависимости от химической природы полимера). Физиологически почти безвредны.

# Свойства

- Свойства пластмасс можно модифицировать методами сополимеризации или стереоспецифической полимеризации, путём сочетания различных пластмасс друг с другом или с другими материалами, такими как стеклянное волокно, текстильная ткань, введением наполнителей и красителей, пластификаторов, тепло- и светостабилизаторов, облучения и др., а также варьированием сырья, например использование соответствующих полиолов и диизоцианатов при получении полиуретанов.
- Для придания особых свойств пластмассе в неё добавляют пластификаторы (силикон, дибутилфталат, ПЭГ и т. п.), антипирены (дифенилбутансульфоукислота), антиоксиданты (трифенилфосфит, непредельные углеводороды).

# Термопласты и реактопласты

- К терморреактивным относятся: все прессовочные материалы на основе феноло (крезол, ксиленоло)-формальдегидных (карболит, бакелит, текстолит, волокнит, фаолит, гетинакс) и мочевино-формальдегидных (аминопласты).
- К термопластическим относятся все остальные прессовочные материалы: асфальто-пековые, акриловые, полихлорвиниловые, полистирольные и эфиры целлюлозы.

# Термопласты и реактопласты

- При переработке терморезактивных материалов весь процесс получения изделий проходит в горячей прессформе при одной температуре, а при переработке термопластических материалов процесс получения изделий проходит в прессформе с переменным нагревом (процесс оформления) и охлаждением ее (отверждение и извлечение). Термопластические материалы перерабатывают главным образом способом литья под давлением на специальных машинах.

# Термопласты по химической структуре

- Современная промышленность выпускает большое количество типов полиолефинов (PO), важнейшими из которых являются группы полиэтиленов (PE) и полипропиленов (PP). Многочисленные типы материалов представлены в группах стирольных пластиков (PS), полиамидов (PA), сложных полиэфиров (polyester).  
Традиционно выделяют группы полимеров на основе целлюлозы (cellulosic plastics), фторполимеров или фторопластов (fluoro plastics). Изготовители акриловых полимеров или акрилатов (acrylic) часто указывают только принадлежность материала к данной группе и не приводят тип материала.

# Термопласты по объему производства

- Нередко в литературе выделяют группу крупнотоннажных материалов (volume plastics), к которым относят полиэтилен (PE) и полипропилен (PP). основные стирольные пластики (PS) и особенно АБС (ABS), акрилаты (acrylic), ПВХ (PVC) и бутылочный ПЭТ (PET).

# Термопласты по типу наполнителя

- Термопласты, содержащие стекловолокно и др. виды стеклянных наполнителей, традиционно называют стеклопластиковыми (glass filled). В последние годы большое распространение получили материалы, наполненные длинным стекловолокном, требующие особых условий переработки.

Углеродными (carbon filled) называют материалы, содержащие углеродное волокно.

Иногда выделяют группу "специальных" термопластов. К ним относят материалы, содержащие антипирены (материалы с повышенной стойкостью к горению), электропроводящие добавки (антистатические, электропроводящие, ЭМИ-экранирующие материалы), антифрикционные добавки (материалы с пониженным коэффициентом трения), добавки, придающие износостойкость и др.



# Новолачные и резольные

- Новолачный и резольный. Эти термины относятся к феноло (крезол, ксиленоло) — формальдегидным прессовочным материалам, которые готовятся соответственно из новолачных и резольных смол, получаемых из одних и тех же видов сырья (фенол, крезол, ксиленол и формальдегид), но в разных соотношениях и с различными катализаторами.
- Термин «новолачный» произошел от применения этих смол взамен натуральных для получения лаков.
- Термин «резольный» появился вследствие того, что резольные смолы при переходе из жидкого в твердое состояние напоминают по свойствам резину.

# Новолачные и резольные

- При варке смолы (конденсации) с недостатком формалина (40%-ный раствор формальдегида в воде) и кислым катализатором (соляная кислота) получают новолачную смолу, не способную отверждаться при нагреве.
- Чтобы извлечь из горячей прессформы изделие, изготовленное из прессовочного материала на такой смоле, пресс-форму необходимо охладить.
- При варке смолы с избытком формалина и щелочным катализатором (аммиачная вода) получают резольную смолу, способную отверждаться при нагреве.
- Изделие из прессовочного материала на такой смоле можно легко извлечь из горячей прессформы, так как смола при нагреве в прессформе переходит в неплавкое и нерастворимое состояние.
- Чтобы сделать прессовочный материал, изготовленный на новолачной смоле, к нему добавляют уротропин (гексаметиленetetрамин).
- На основе феноло (крезол, ксиленоло)-формальдегид-ных смол готовят главным образом новолачные прессовочные материалы.
- Резольные прессовочные материалы готовят в значительно меньших количествах

# Эксплуатационные свойства

- Пластмассы достаточно условно делят на группы (в различных изданиях приводятся разные критерии классификации):
    - Материалы общего назначения или общетехнического назначения (general purpose plastics);
    - Конструкционные пластмассы или пластмассы инженерно-технического назначения (engineering plastics);
    - Суперконструкционные (super-engineering plastics) или высокотермостойкие полимеры (high temperature plastics).
- Среди термопластов выделяют особую группу термопластичных эластомеров или термоэластопластов (TPE), которые по технологическим свойствам являются обычными термопластами, а по эксплуатационным подобны каучукам и резинам, т.е. способны к большим обратимым деформациям. В зависимости от температуры долговременной эксплуатации термоэластопласты также подразделяют на материалы общего назначения (general purpose TPE) и инженерно-технического назначения (engineering TPE).

# Классификация пластмасс в машиностроении

- Используемые в промышленности и строительстве классификация полимерных материалов: смолы и пластмассы на их основе подразделяют по механизму их образования на полимеризационные и поликонденсационные, а по отношению к нагреву — на термопластичные или термопласты и терморезистивные или реактопласты. В отдельную группу выделяют полимерные материалы, обладающие высокой эластичностью - эластомеры.

# Применение в машиностроении

- В машиностроении широко применяют термореактивные прессовочные массы, получаемые на основе фенолальдегидных смол или их модификаций (фенопласты).
- В зависимости от состава и назначения *фенопласты делятся* на следующие типы:
- О — общего назначения;
- Сп — специальные безаммиачные;
- Э — электроизоляционные;
- Вх — влагохимстойкие;
- У — ударопрочные;
- Ж — жаростойкие.
- Каждый тип состоит из нескольких групп. В зависимости от смолы и наполнителя прессматериалы, входящие в группу, подразделяют на марки.
- Из термопластов наиболее широкое распространение в машиностроении получили полиэтилен, полистирол, полиамиды и другие материалы.

# Применение в машиностроении

- Основные области применения в противокоррозионной технике :
- лакокрасочные покрытия металла, бетона с использованием реактопластов и термопластов, феноло-формальдегидных, алкидных и эпоксидных смол, акрилатов, виниловых соединений и др.;
- облицовки или обкладкис использованием реактопластов;
- прослоечные материалы для футеровок с использованием эластичных термопластов и каучуков (полиэтилена, полиизобутилена, пластифицированного поливинилхлорида, каучука
- мастичные и кладочные растворы на основе реактопластов;
- герметизирующие составы — на основе полиолефинсульфидов (тиоколов), полихлоропрена,эпоксидных смол;
- материалы для запорной арматуры — фаолит, хлорированный полиэфир (пентон), непластифицированный поливинилхлорид (винипласт) ;
- гибкие трубы из полиэтилена, поливинилхлорида, акрилонитрила, бутадиенстирола и др.;
- жесткие трубы различных диаметров для вентиляции и сливов из непластифицированного поливинилхлорида (винипласта), полипропилена, полиэфирных, феноло-формальдегидных и эпоксидных стеклопластиков;
- изоляционные листы и панели из тех же материалов, а также из полиэтилена, полистирола и акрилатов; материалы для строительства ванн и резервуаров из твердых (пластифицированных) термопластов, стеклопластиков преимущественно на основе полиэфиров и составов для литья из фурановых или феноло-формальдегидных смол.

# Способы производства пластмасс

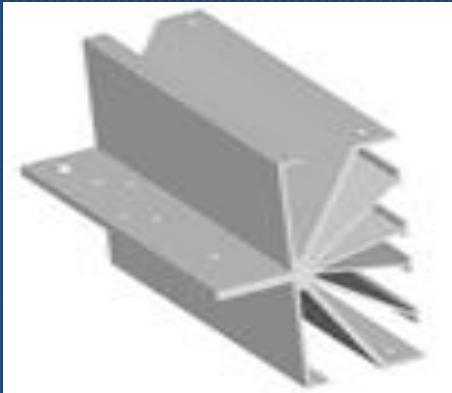
- Литьё/литьё под давлением
- Экструзия
- Прессование
- Виброформование
- Вспенивание
- Отливка
- Сварка
- Вакуумная формовка и пр.
- Механическая обработка

# Способы производства пластмасс

- Пластические массы, по сравнению с металлами, обладают повышенной упругой деформацией вследствие чего при обработке пластмасс применяют более высокие давления, чем при обработке металлов. Применять какую-либо смазку, как правило, не рекомендуют.
- Пластические массы более хрупки, чем металлы, поэтому при обработке пластмасс режущими инструментами надо применить высокие скорости резания и уменьшать подачу. Износ инструмента при обработке пластмасс значительно больше, чем при обработке металлов, почему необходимо применять инструмент из высокоуглеродистой или быстрорежущей стали или же из твердых сплавов. Лезвия режущих инструментов надо затачивать, по возможности, более остро, пользуясь для этого мелкозернистыми кругами.



# Экструзия



- . С помощью этого метода оптимальным считается изготовление так называемых профильных пластмассовых изделий. Для примера, это могут быть пластиковые трубы, ленты, профили и др. Такие изделия из пластмассы получают при помощи экструдеров путем продавливания материала через оформляющий поперечный профиль инструмент.

# Экструзия с последующим раздувом



- Эта технология используется для получения таких изделий из пластика, как различные пластиковые емкости. Это флаконы, бутылки, баночки с зауженным горлышком и им подобные

# Вакуумная формовка



- Можно изготовить пластмассовые изделия из листовых материалов. Например, таким способом производятся одноразовая пластиковая посуда или более толстостенное изделие – ванна для детей и любые другие изделия, которые имеют одинаковую толщину по всей поверхности.

# Литье под давлением



- С помощью данной технологии можно получить любые изделия из пластмассы. Возможности ограничиваются лишь м воображением. Оптимальным считается изготовление изделий с высокими ежемесячными потребностями. Дело в том, что технология требует достаточно высоких затрат на изготовление оснастки, но позволяет изготавливать детали высокой точности в любых количествах.





# Термопласты



- **Полиэтилен** — бесцветный роговидный продукт, жирный на ощупь, морозостоек ( $-60$  —  $-65^{\circ}\text{C}$ ), горюч, хорошо сохраняет форму даже при температуре  $+60^{\circ}\text{C}$ , механически прочен, обладает высокими диэлектрическими свойствами, является самой легкой и наиболее водостойкой пластмассой. Производство бутылок, фляг, полужесткой упаковки. Считается безопасными для пищевого использования. Применяется для изоляции кабелей и проводов.
- **PEHD** или **HDPE**
- **ПЭНД** Полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкого давления



# Термопласты



- **Полиэтилен** низкой плотности, полиэтилен высокого давления
- Производство брезентов, мусорных мешков, пакетов, пленки и гибких ёмкостей. Считается безопасным для пищевого использования.
- **LDPE** или **PELD**
- **ПЭВД**



# Термопласты



- **Полиэтилентерефталат** - Обычно используется для производства тары для минеральной воды, безалкогольных напитков и фруктовых соков, упаковки, блистеров, обивки.
- **РЕТ** или **РЕТЕ**
- **ПЭТ, ПЭТФ**





# Термопласты

- **Полипропилен** Используется в автомобильной промышленности (оборудование, бамперы), при изготовлении игрушек, а также в пищевой промышленности, в основном при изготовлении упаковок. Распространены полипропиленовые трубы для водопроводов. Считается безопасным для пищевого использования.
- **PP**
- **ПП**



# Термопласты



- **Поливинилхлорид** имеет высокую прочность, химически стоек и обладает диэлектрическими свойствами. Поливинилхлорид выпускается как пластифицированный (пластикаты), так и не пластифицированный (винипласты) в виде листов, труб, плиток, стержней и прутков.
- Винипласт как электроизоляционный материал находит применение для гальванических ванн и изготовления баков кислотных и щелочных аккумуляторов. Используется для производства труб, трубок, садовой мебели, напольных покрытий, оконных профилей, жалюзи, изоленты, тары для моющих средств и клеёнки. Материал является потенциально опасным для пищевого использования, поскольку может содержать диоксины, бисфенол А, ртуть, кадмий.
- PVC
- ПВХ Поливинилхлорид

Выбрал упаковку из  
полистирола?



Отравил себя и близких!

# Термопласты



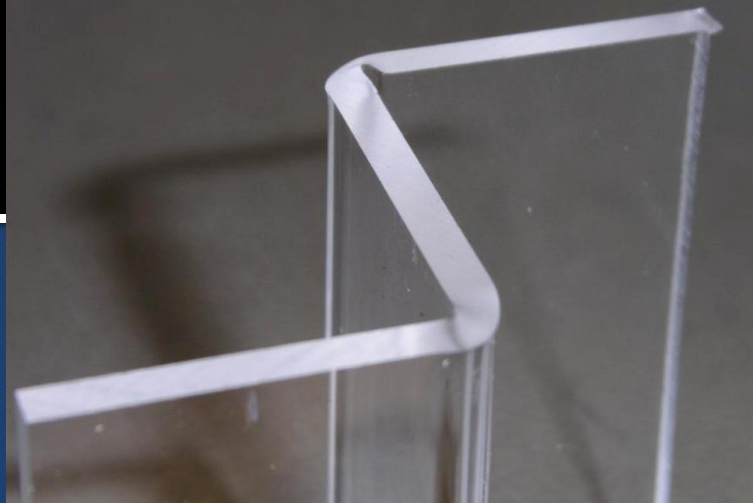
- **Полистирол** — бесцветная смола с хорошими антикоррозионными свойствами, является типичным высокочастотным диэлектриком. Используется при изготовлении плит теплоизоляции зданий, пищевых упаковок, столовых приборов и чашек, коробок CD и прочих упаковок (пищевой плёнки и пеноматериалов), игрушек, посуды, ручек и так далее. Материал является потенциально опасным, особенно в случае горения, поскольку содержит стирол. Полистирол применяется для изоляции кабелей, как прессматериал для изготовления различных электроизоляционных деталей.
- PS
- ПС



# Термопласты

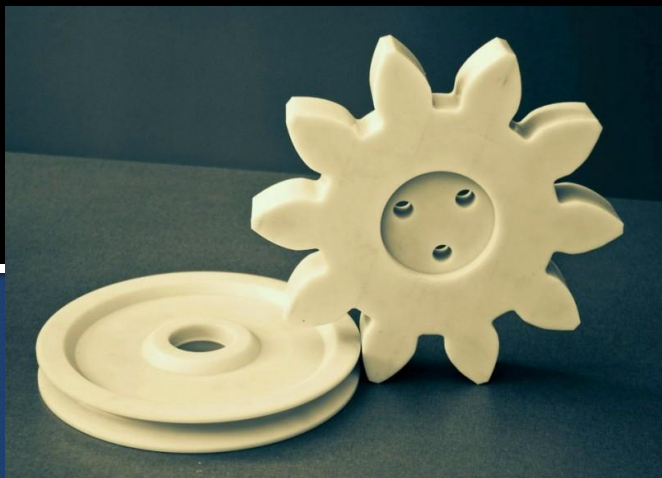
- **Политетрафторэтилен или фторопласт** является наиболее морозостойким пластиком, физико-механические свойства которого почти не изменяются при температуре до  $-195^{\circ}\text{C}$ . Применяется он как диэлектрик и антифрикционный материал. Выпускают два вида фторопластов: фторопласт-3 и фторопласт-4.

# Термопласты



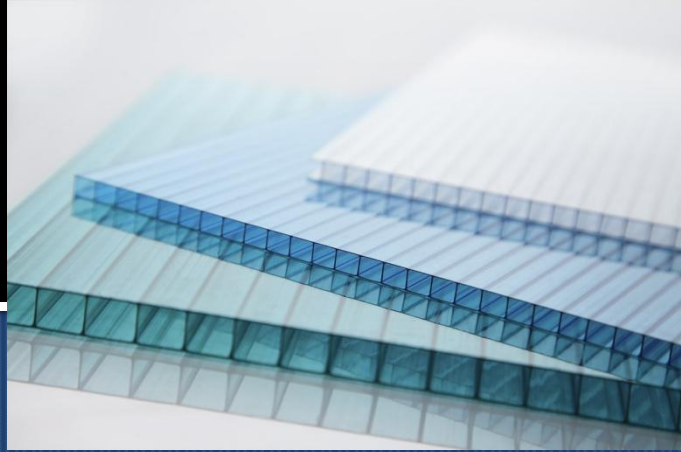
- **Полиакриловые смолы.** К этой группе относятся полимеры акриловой, — метакриловой кислот, сложных эфиров. Ценным техническим свойством полиакрилатов является их прозрачность и бесцветность, а также способность пропускать ультрафиолетовые лучи. Полиакриловые материалы выпускаются в виде листов органического стекла (авиационное, светотехническое, товарное, поделочное).

# Термопласты

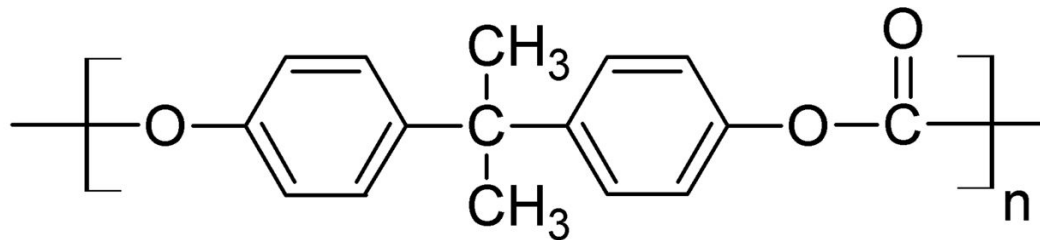


- **Полиамидные смолы** выпускаются шести типов: капрон, анид, смолы № 54, № 68, АК-7 и П-6. Наибольшее применение из них в машиностроении находит капрон, который начинает вытеснять цветные сплавы, чугун и сталь.
- **Капрон** (поликапролактам) представляет собой твердую высокоплавкую смолу белого или светло-желтого цвета, без запаха, с малым удельным весом (1,13— 1,15), температурой плавления 212—215°C. Капрон отличается исключительной стойкостью к щелочам, устойчив к бензину, спирту, бензолу, гигроскопичен, но в то же время вода для него является пластификатором и придает ему эластичность. Капрон применяется для изготовления искусственного волокна и технических изделий (подшипников скольжения, шайб, втулок, зубчатых колес, пленок, лент).

# Термопласты



- **Поликарбонат.** Поликарбонат может содержать опасный для человека бисфенол А. Используется для изготовления твёрдых прозрачных изделий, как например детские рожки.



# Термопласты



- К пластическим массам на основе природных смол относятся изделия, изготовленные на основе эфиров целлюлозы. Наиболее распространенным видом таких пластиков является целлулоид, широко используемый для производства изделий народного потребления.



# Реактопласты



- **Фенопласты.** Фенопласты представляют собой композицию, состоящую из фенолальдегидной смолы и наполнителя. Изделия из фенопластов отличаются высокой стабильностью свойств; они хорошо противостоят воздействию повышенной температуры, воды, органических растворителей, слабых растворов щелочей и кислот, обладают диэлектрическими свойствами. Недостаток фенопластов — малая дугостойкость. В зависимости от наполнителя различают пресспорошки, волокнит и слоистые пластики.



# Реактопласты

- **Пресспорошки** в качестве наполнителя имеют древесную муку, микроасбест, каолин и др.
- **Волокнит** — прессматериал, наполненный хлопковыми очесами, имеет светло-коричневый или черный цвет, применяется для низковольтных электроизоляционных деталей; прессматериал К-6 (наполнитель асбест) и стекловолокнит (наполнитель стекловолокно) применяются для изделий с повышенной механической прочностью и нагревостойкостью, в частности для корпусной изоляции коллекторов электрических машин.

# Реактопласты



- **Слоистые пластмассы.** Слоистые пластики на основе фенол альдегидных смол обладают высокой прочностью. К слоистым пластикам относятся гетинакс, текстолит, стеклотекстолит, асботекстолит.
- **Гетинакс** — слоистый прессованный материал, состоящий из двух или более слоев бумаги, пропитанных смолами. Используется гетинакс как электроизоляционный материал.

# Реактопласты



- **Текстолит** — слоистый прессованный материал из хлопчатобумажной ткани, пропитанной смолой; применяется для изготовления деталей, работающих под нагрузкой (шестерни, втулки, кольца), в качестве антифрикционного материала для изготовления подшипников скольжения, работающих в различных, часто в очень тяжелых условиях, а также для деталей электрооборудования (электрощитки, панели, клеммы).
- **Стеклотекстолит** — слоистый прессованный материал, состоит из стеклянной ткани, уложенной правильными слоями, и смолы; обладает высокой прочностью на растяжение в пределах 250—300 МН/м<sup>2</sup> (2500—3000 кгс/см<sup>2</sup>), высокими диэлектрическими свойствами, термо- и водостойкостью. Стеклотекстолит выпускается в виде листов и плит толщиной от 0,6 до 30 мм. Применяется для изготовления упругих мембран, работающих в керосине, и как электроизоляционный материал.

# Реактопласты



**Аминопласты** — прессовочные порошки, изготавливаемые из мочевино-формальдегидных смол и сульфатной целлюлозы (наполнитель), красителей и смазки. Они способны окрашиваться в любой цвет, свето- и цветостойки, не имеют запаха, обладают высокой дугостойкостью, поэтому применяются для изготовления различных выключателей.

- **Асботекстолит** — прессованный слоистый пластический материал из специальной асбестовой ткани, уложенной правильными слоями и пропитанной спиртовым раствором фенол-формальдегидной смолы. Применяется как прокладочный материал, работающий в условиях повышенной температуры, и для изготовления тормозных устройств и деталей механизмов сцепления.