

# Синтетические СМОЛЫ и пластмассы

**Синтетические смолы**- высокомолекулярные вещества (полимеры), полученные органическим путём.

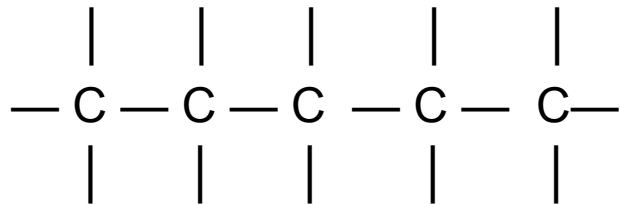
Для получения синтетических смол используются химические реакции:

- **полимеризации** (в реакцию вступают молекулы одинаковых мономеров, в результате получается полимер, побочных продуктов не образуется);
- **поликонденсации** (в реакцию вступают молекулы одинаковых или разных мономеров, образование полимера идет с выделением побочных продуктов (вода, газы)).

Свойства полученных полимеров определяются составом и строением молекулярной цепи.

*По составу молекулярной цепи полимеры делят на:*

- **карбоцепные**- молекулярная цепь состоит только из атомов углерода (полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид);

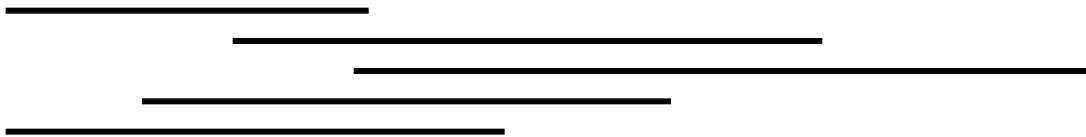


- **гетероцепные** – их молекулярная цепь включает атомы других элементов – азота, кислорода, кремния, металлов.



## *По строению полимеры могут быть:*

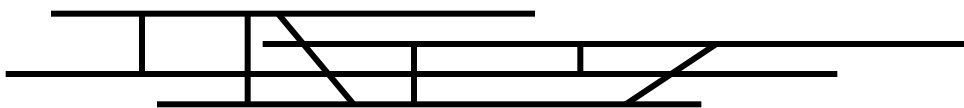
- **линейные.** Их молекулярные цепочки не имеют (или имеют незначительные) ответвления. Их молекулы плотно прилегают одна к другой, что обеспечивает прочность и жесткость полимера;



- **разветвленные.** Имеют ответвления от главной цепи. Такие полимеры менее жесткие и прочные, чем линейные;



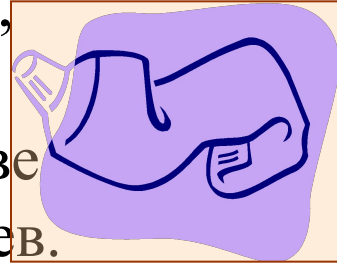
- **сетчатые (сшитые)** между молекулярными цепочками имеют соединения (сшивки), в результате чего приобретают трехмерное строение.



# Общие свойства полимерных материалов

## (смола, высокомолекулярных веществ):

1. С увеличением степени полимеризации (длины молекул) увеличиваются твёрдость, прочность, химическая стойкость, термостойкость.
2. При нагревании полимеры постепенно размягчаются до жидкого состояния. Это объясняется тем, что в полимер входят молекулы с разной степенью полимеризации, каждая из которых имеет свою точку плавления.
3. Полимеры имеют высокую химическую стойкость, растворяются только в специально подобранных растворителях, их растворы применяют в качестве пленкообразующих веществ (лаки, олифы) и клеев.
4. Многие полимеры легко перерабатываются в пленки и волокна.



# Пластмассы-

искусственные материалы на основе полимеров, способные под действием температуры и давления принимать любую форму и сохранять ее в обычных условиях.

*В состав пластмасс могут входить различные компоненты:*

- связующие вещества;
- пластификаторы;
- наполнители;
- красители;
- порообразователи;
- стабилизаторы.



## 1. **Связующие вещества-**

- обязательная составная часть пластмассы. Ими являются полимерные материалы, определяющие основные свойства пластмассы – термические, химические и проч. Они связывают другие компоненты в однородную массу.

## 2. **Пластификаторы-**

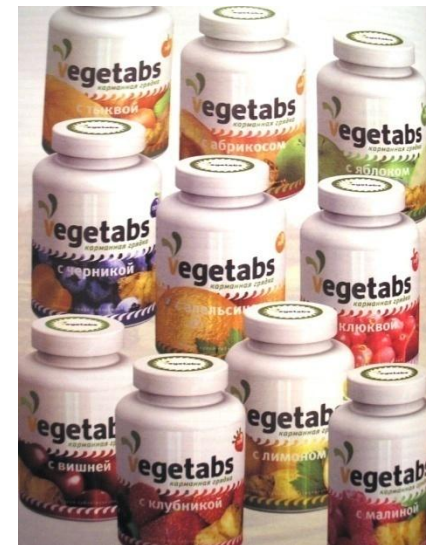
- маслянистые жидкости (глицерин, камфорное масло, дибутилфталат, трикрезилфосфат и др.), которые вводятся в пластмассу для повышения мягкости, эластичности, морозостойкости.

### 3. Наполнители

удешевляют пластмассу, повышают механическую прочность, жесткость, тепло- и водостойкость и др. Наполнители могут быть порошкообразные (мел, тальк, каолин, сажа, кварцевый песок, древесная мука), волокнистые (волокна хлопка, асбеста, стекла), слоистые (бумага, ткани, древесный шпон).

### 4. Красители

– применяют пигменты или органические красители, устойчивые к температурам, при которых ведется переработка пластмасс в изделия.





## 5. Порообразователи

используют для получения пористых материалов (поролон, мипора). В качестве порообразователей используют вещества, которые разлагаются при нагревании с образованием большого количества газов.



## 6. Стабилизаторы

снижают старение пластмасс под действием света (фотостабилизаторы) и температуры (термостабилизаторы).



В состав пластмасс входят также отвердители, смазки и др. вещества.

# *Классификация пластмасс*

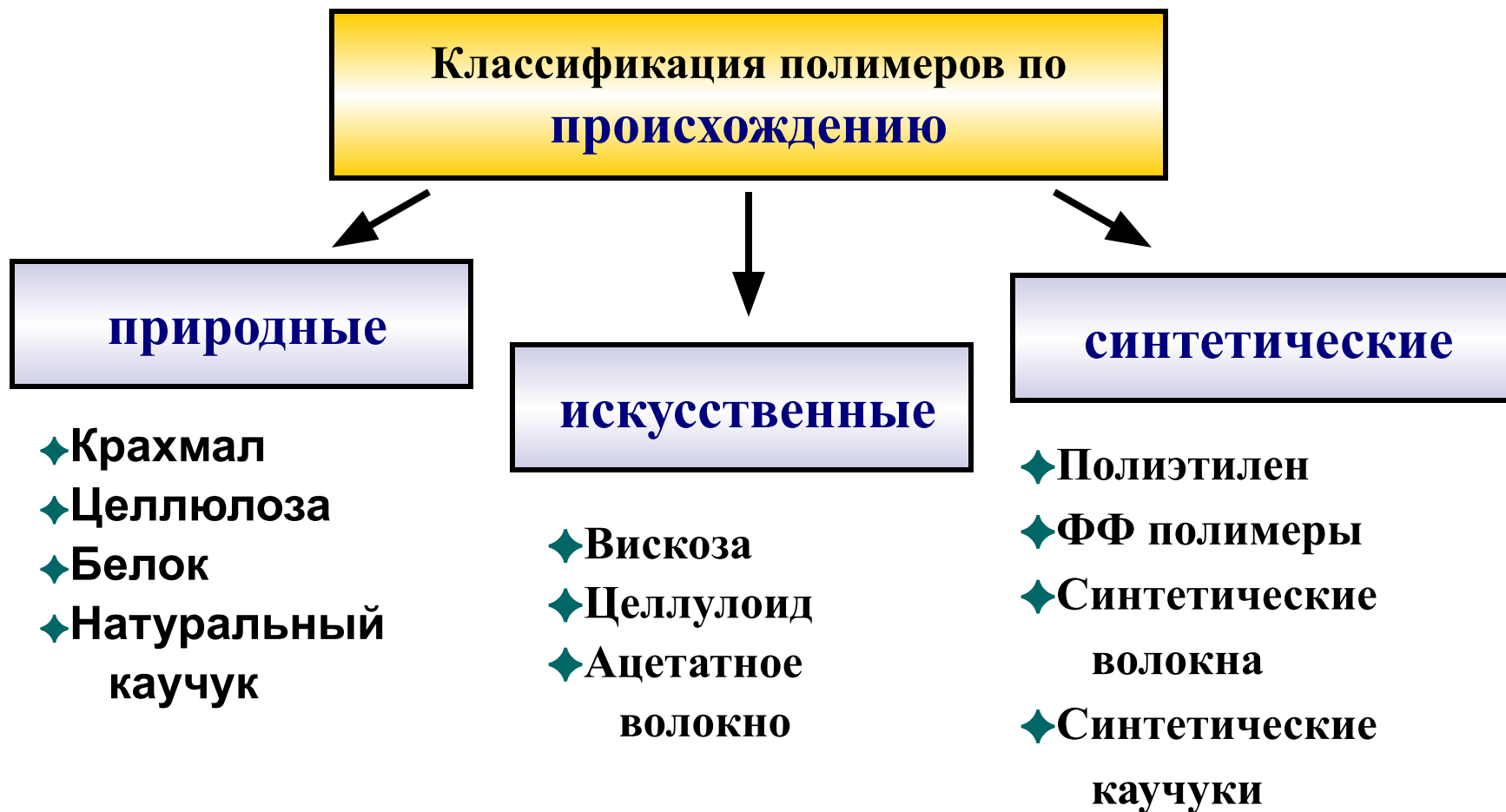
## *1. По физико–механическим свойствам:*

- жесткие -фено- и аминопласты, полистирол;
- полужесткие (твердые упругие) – полиэтилен;
- мягкие – поролон, пластикат ПВХ.

## *2. По термическим свойствам:*

- термопластичные;
- терморреактивные.

# Классификация пластмасс.



# Классификация пластмасс.

Классификация полимеров по  
отношению к нагреванию

термопластичные

- ◆ Полиэтилен
- ◆ Полипропилен
- ◆ Поливинилхлорид
- ◆ Капрон

термореактивные

- ◆ Фенолформальдегидные  
смолы
- ◆ Полиэфирные смолы
- ◆ Карбамидные смолы

### 3. *По природе связующего вещества:*

- на основе синтетических полимеров:

- а) полимеризационные;
- б) поликонденсационные;

- на основе природных полимеров (целлюлозы, каучука).



### 4. *По структуре (наличию и виду наполнителя):*

- ненаполненные (литые, без наполнителя)
- композиционные (с наполнителем):

- а) порошковым;
- б) волокнистым;
- в) слоистым (бумагой - гетинакс, тканью - текстолит, стеклотканью — стеклотекстолит).



# Виды пластмасс



# Полиэтилен

1. Материал белого цвета, просвечивающий, сочетающий высокую прочность при растяжении с эластичностью, хороший диэлектрик.
2. Устойчив к щелочам, кислотам (в том числе плавиковой), разрушается хлором и фтором. В жирах и маслах набухает. Стоек к действию радиоактивных излучений.
3. Вырабатывается полиэтилен двух видов:



**1) высокой плотности** – при низком давлении и металлоорганических катализаторах – технический применяется в производстве емкостей, труб для агрессивных жидкостей, изоляции проводов и т.п.

**2) низкой плотности** – при высоком давлении и окисных катализаторах – физиологически безвреден, используется для посуды, упаковки продуктов, игрушек и т.п.

Горит полиэтилен медленно, синеватым пламенем, капая. Издает запах парафина.



# Полипропилен



1. Жесткий молочно-белого цвета с сухой блестящей поверхностью, в пленке прозрачный и бесцветный.
2. Имеет высокие ударную прочность, стойкость к многократным изгибам и истиранию, низкие паро- и газопроницаемость, хорошие диэлектрические свойства. Термо- и светостойкость полипропилена низкие.
3. Не растворяется в органических растворителях, устойчив к кипящей воде и щелочам, разрушается в неорганических кислотах. Гигиенические свойства низкие.
4. Применяется в производстве волокон, пленок, труб для агрессивных жидкостей, галантереи.
5. Горит с копотью, издает запах жженой резины.





# Полистирол

1. Жесткое бесцветное и прозрачное вещество, легко окрашивается, при ударе издает металлический звук.
2. Растворяется в ароматических углеводородах, мономере. Физиологически безвреден. Обладает невысокой прочностью, хрупок. Диэлектрические свойства высокие.
3. Благодаря дешевизне широко применяется в промышленности и быту в виде литых изделий и пенопластов.
4. Для уменьшения хрупкости вырабатывают сополимеры с акрилонитрилом (*АВС-пластик*) или бутадиеновым каучуком (*ударопрочный полистирол*).
5. Полистирол легко размягчается и тянется нитями, горит с копотью, издавая сладковатый запах.



# ПОЛИВИНИЛХЛОРИД:

Продукт полимеризации винилхлорида. Твердое белого цвета вещество плотностью  $1,35-1,43 \text{ г/см}^3$ , выше  $100^\circ\text{C}$  разлагается с выделением хлористого водорода. Растворим в дихлорэтане, нитробензоле, циклогексане, устойчив к влаге, кислотам, щелочам, нефтяным углеводородам.

При введении в ПВХ до 10% пластификатора получают жесткий материал с высокими механическими свойствами – **винипласт**, используемый в производстве коррозионностойких труб, листов, пленок, галантерейных, письменных и чертежных принадлежностей.

При содержании пластификатора до 40% получают эластичный и морозостойкий материал – **пластикат**, применяемый для изготовления пленок, искусственных обувных материалов, линолеума.

Волокна из ПВХ используют для изготовления фильтров, негорючих тканей, теплоизоляционных материалов, лечебного белья.

Хлорированием поливинилхлорида получают перхлорвиниловые смолы, их растворы в органических растворителях используют для клеев и лаков.

# Поливинилхлорид



# Поливинилацетат

1. Твердое бесцветное прозрачное нетоксичное вещество.
2. Отличается заметной хладотекучестью.
3. Растворим во многих органических растворителях, нерастворим в бензине, керосине, минеральных маслах, скипидаре, воде.
4. Омыляется кислотами и щелочами с образованием поливинилового спирта. Имеет высокую адгезию к коже, силикатному стеклу, тканям.
5. Применяется в производстве клеев, пропиточных составов, эмульсионных красок.

# Акриловые смолы

Получают полимеризацией эфиров акриловой и метакриловой кислот,



*Полиметилметакрилат (оргстекло) –*

1. Твердый прозрачный бесцветный материал. Отличается высокой прозрачностью, пропускает более 91% солнечных лучей.
2. Растворяется в мономере, ацетоне, бензине, дихлорэтане. Устойчив к воде, кислотам, щелочам.
3. Хорошо обрабатывается режущим инструментом, легко полируется, склеивается и сваривается. Дисперсии и растворы из него применяют в производстве лаков, клеев.
4. Физиологически безвреден.
5. Горит вспышками, потрескивая, издает сладковатый эфирный запах





# ОРБЕКТЕКТО



# Полиэфирные смолы

1. Прочные, водостойкие, химически устойчивые материалы с хорошей адгезией и высокими диэлектрическими свойствами.
2. Используются в производстве стеклопластиков, лаков, клеев, шпатлевок.

Наибольшее распространение получил *полиэтилентерефталат (лавсан)* – белый или светло – кремовый непрозрачный материал.

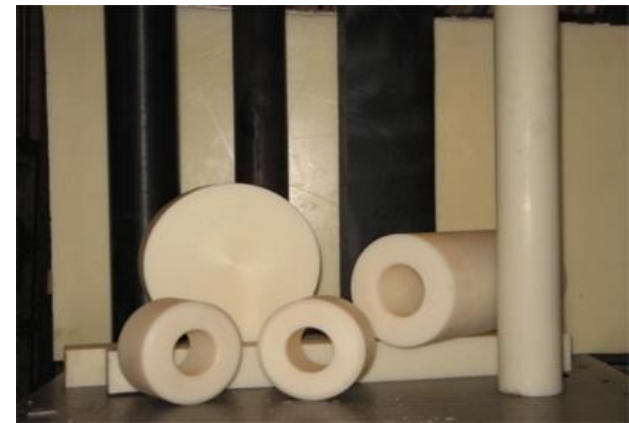
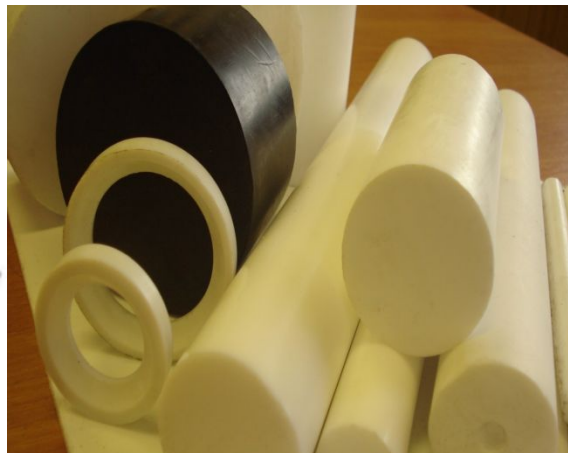
- А) Прочен, износостоек, хороший диэлектрик.
- Б) Устойчив к ацетону, ксилолу, ледяной уксусной кислоте, растворяется в фенолах.
- В) Из него вырабатываются волокна, пленки, радиодетали, химическое оборудование.

# ФТОРПОЛИМЕРЫ:

Получают полимеризацией фтористого этилена, содержащего три или четыре атома фтора.

**Политетрафторэтилен (фторопласт-4, тефлон)** – твердое молочно-белое вещество с жирной на ощупь поверхностью. Плотность 2,15-2,24 г/см<sup>3</sup>, температура разложения 415°. Эластичен и хладотекуч. Не поглощает влагу, не набухает в растворителях, абсолютно стоек к кислотам, окислителям, щелочам. Превосходный диэлектрик.

Применяется в электротехнической, радиотехнической, химической промышленности, для изготовления тонкостенных труб, оболочек кабелей, антифрикционных деталей.





**Политрифторхлорэтилен (фторопласт-3, фторлон-3)** – твердое белое вещество плотностью 2,09-2,16 г/см<sup>3</sup>, температура плавления 210-215°C. Устойчив к кислотам, щелочам, окислителям. При комнатной температуре набухает в органических растворителях. Механические свойства зависят от степени кристаллизации (12-40% при быстром охлаждении, 80% при медленном)

Применяется для антикоррозионных покрытий насосов, труб, изоляции проводов и т.п.

# *ЭПОКСИДНЫЕ СМОЛЫ:*

Образуются при взаимодействии эпихлоргидрина с фенолами, аминами. Устойчивы к действию щелочей, моющих средств, окислителей и большинства органических кислот. Обладают высокими прочностью, хорошими электроизоляционными свойствами, малой усадкой и высокой адгезией.

Применяются для изготовления клеев, лаков, для изготовления матриц, прессформ и др. Эпоксидные лаки и эмали образуют коррозионностойкие покрытия с хорошими механическими и электроизоляционными свойствами. Их применяют для окраски различных емкостей, химической и медицинской аппаратуры, машин, приборов. Эпоксидные каучуки устойчивы к озону, теплу, маслам.

# ПОЛИКАРБОНАТЫ:



Продукты взаимодействия двухатомных фенолов с производными угольной кислоты. Твердые бесцветные или желтоватые вещества плотностью  $1,2 \text{ г/см}^3$ , плавятся при  $150-270^\circ\text{C}$ . Растворяются в хлорированных углеводородах, устойчивы к воде, растворам кислот и щелочей, ограниченно устойчивы к сильным щелочам, разрушаются аммиаком и аминами. Отличаются высокой прочностью к изгибам и ударам, твердостью, хорошими электроизоляционными свойствами, оптически прозрачны, морозостойки (до  $-100^\circ\text{C}$ ), самозатухают

Применяются для изготовления пленок, волокон, смотровых стекол, электротехнических изделий.

При нагревании размягчаются, тянутся нитями, загораются с трудом, вне пламени гаснут. При горении издают неприятный специфический запах.

## *АЛКИДНЫЕ СМОЛЫ:*

Получают поликонденсацией многоатомных спиртов с многоосновными кислотами.

Наиболее распространены смолы, полученные из глицерина или пентаэритрита с фталевой кислотой – *глифталевые и пентафталевые смолы*. Они применяются в виде 40-60% -ных растворов в органических растворителях (толуоле, ксилоле и др.) для изготовления олиф и лаков

## *ПОЛИАМИДЫ:*

Роговидные вещества от белого до кремового цвета, плавятся при 150-430°C. Характеризуются высокой прочностью, твердостью, эластичностью, износо – и теплостойкостью, устойчивостью к химическим реагентам. Растворяются только в сильно полярных растворителях (например, концентрированной серной кислоте). Применяются в производстве волокон (**капрон, анид, энант**), пленок, клеев, деталей электро- и радиоаппаратуры, антифрикционных изделий и т.д.

# АМИНОСМОЛЫ:

Получают поликонденсацией аминов (карбамида, меланина) с формальдегидом. В зависимости от соотношения мономеров и кислотности среды могут быть термопластичными или терморреактивными.

*Аминопласты* (карбамидные) устойчивы к воде, нагреванию – температура использования до 90°C.

*Меланин* (меланиноформальдегидная) устойчив к кипящей воде, теплостоек до 150°C, нетоксичен.

Пластики на основе аминосмол выпускаются с наполнителями порошковыми, слоистыми и волокнистыми, а также в виде жестких пеноматериалов (мипора).

Вырабатывают из них изделия широкого потребления, детали и корпуса электро- и радиоприборов, галантерею, декоративные отделочные тепло- и звукоизоляционные материалы в строительстве.

# *ФЕНОЛЬНЫЕ СМОЛЫ:*

Получают поликонденсацией фенола и формальдегида. Как и аминосмолы, могут быть термопластичными (**новолачные**) или терморезистивными (**резольные**). Применяют их в производстве клеев (БФ), лаков, фенопластов.

**Фенопласты** – жесткие темного цвета терморезистивные пластмассы, работоспособны в диапазоне от  $-80$  до  $200^{\circ}\text{C}$ . Лучшие диэлектрики среди пластмасс. Гигиенические свойства неудовлетворительные.

Вырабатываются с порошковыми, слоистыми или волокнистыми наполнителями, используются в производстве электроизделий, зубчатых колес, деталей автомобилей.

В пламени обугливаются, издавая запах формальдегида (карболовой кислоты).

# Фенопласты





# *ПОЛИУРЕТАНЫ:*

Образуются при поликонденсации ди- или полиизоцианатов с многоатомными спиртами. Жесткие или эластичные твердые вещества либо вязкие жидкости. Обладают высокими износо- атмосферно- и кислотостойкостью.

Одни из самых дорогих смол. Полиуретановые волокна имеют высокое – до 600-800% - растяжение, стойки к действию реагентов при стирке, химчистке, крашению. На свету желтеют.

Каучуки из полиуретана имеют уникальную износостойкость, высокую механическую прочность при растяжении, не набухают в маслах и нефтепродуктах, радиационностойки, но имеют низкую морозостойкость.



# *СИЛИКОНЫ:*

*Силиконовые масла* обладают гидрофобностью, высокой сжимаемостью, химической инертностью, хорошими диэлектрическими свойствами, способностью гасить пену. Однородны в большом диапазоне температур. Применяются как гидравлические жидкости, как смазочные масла и в смазках, жидкие диэлектрики и пеногасители, для изготовления косметических препаратов.

*Кремнийорганические каучуки (силоксановые)* обладают высокими морозо- и атмосферостойкостью, уникальными электроизоляционными свойствами, температура эксплуатации их от  $-70$  до  $250^{\circ}\text{C}$ . Используются для изготовления прокладок, работающих на сжатие.

# АЦЕТАТЫ:



Эфиры уксусной кислоты с целлюлозой.

*Ацетицеллюлоза* — твердое вещество, прозрачное и бесцветное, теплостойкостью до 190°C. Растворяется в сложных эфирах, муравьиной и уксусной кислотах, малоустойчиво к щелочам.

Используется для изготовления волокон, негорючей кино- и фотопленки, пластмасс (*этролы*)

В пламени размягчается, горит плохо, с искрами, вне пламени гаснет. Пламя желтое, по краям зеленоватое. Запах уксусной кислоты.


# НИТРАТЫ:

Эфиры азотной кислоты с целлюлозой (*нитроклетчатка*) – рыхлые волокнистые продукты, не растворимые в воде, растворимые в ацетоне, концентрированной серной кислоте, органических растворителях набухают. Применяются для изготовления пороха, целлулоида, нитролаков, этролов и т.д.

*Нитролаки* – растворы нитроцеллюлозы в органических растворителях (эфирах, ацетоне, кетонах). Быстро высыхают (от 10 мин до часа).

*Целлулоид* – твердый упругий материал, пластифицированный камфарным маслом. Прочен, прозрачен, водостоек. Применяется для остекления измерительных приборов, изготовления чертежных принадлежностей, галантереи. Хорошо имитирует рог, перламутр, черепаху.

Легко воспламеняется, образует белый дым, горит быстро, ярким желтым пламенем, издает запах камфары.



*При экспертизе смол и пластмасс*  
органолептическими методами распознают  
пластмассы по внешнему виду (цвету,  
прозрачности, жесткости, характеру  
поверхности на ощупь, звуку при ударе) и  
по характеру горения.

*В лабораторных условиях определяются*  
плотность, твердость, теплостойкость,  
температура хрупкости (морозостойкости),  
прочность при растяжении, сжатии, изгибе,  
вязкость, электрическое сопротивление,  
пробивное напряжение.

## *Санитарно-гигиеническая экспертиза*

включает определение запаха, состав выделений (фенола, формальдегида, стирола, мышьяка, солей свинца, кадмия и др. тяжелых металлов)

### *Отбор проб.*

От поступившей партии отбирается 25% упаковочных мест, из которых берутся точечные пробы и смешиваются. Смешанная проба (не менее 0,5 кг) помещается в герметичный сосуд и опломбируется.