**1. Полиацеталь PОМ-С (сополимер)**

Полиоксиметилен (ПОМ) или полиацеталь - высокотехнологичный, термопластичный, синтетический полимерный материал, отличающийся высокими показателями упругости при растягивающих и изгибающих нагрузках.

Используют ПОМ как конструкционный материал для замены цветных металлов и сплавов в машино-, автомобиле-, приборостроении, бытовой технике и в областях, характеризующихся повышенными требованиями к изделиям. По антифрикционным и механическим характеристикам ПОМ близок к ПА-6 блочному, но выгодно отличается от него повышенной ударопрочностью и стойкостью к образованию трещин, лучшими упругими свойствами, низким влагопоглощением, исключительной усталостной стойкостью (в 1,5 раза выше, чем у полиамида 6).

**ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛИОКСИМЕТИЛЕНА**

* Высокая механическая прочность, жесткость и твердость.
* Очень высокая эластичность, упругость.
* Хорошая стойкость к текучести (ползучести).
* Высокая ударопрочность, даже при низких температурах.
* Хорошая стабильность размеров, в том числе при высокой влажности.
* Хорошие свойства скольжения и износостойкость.
* Стабильностью свойств в широком диапазоне температур.
* Великолепная обрабатываемость.
* Незначительное влагопоглощение.
* Хорошие электрические изоляционные и диэлектрические свойства.
* Физиологическая инертность (допущен для контакта с пищевыми продуктами).
* Несамозатухающий.
* Высокая устойчивость черных материалов к ультрафиолетовым лучам.
* Допускает лазерную маркировку.
* Хорошая обрабатываемость (с возможностью изготовления точных деталей).
* Нестойкий к сильным кислотам и окислителям, стоек к органическим растворителям, топливам всех типов щелочам.

**Отличия ПОМ-С и ПОМ-Н:**

* ПОМ-Н решает проблему там, где ПОМ-С не работает из-за ограничений по физико-механическим свойствам.
* ПОМ-Н в сравнении с ПОМ-С имеет лучшие механические свойства, повышенную износостойкость, более низкий коэффициент теплового расширения.
* ПОМ-Н обладает высокой усталостной нагрузкой, большей виброустойчивостью.

Детали, полученные из полиоксиметилена, предназначены для непрерывной работы в интервале температур от -40°С до +110°С. Выдерживают кратковременный нагрев до 140°С и охлаждение до -60°С.

Данный пластик широко применяется в машиностроении, точном приборостроении, производстве электротехники, бытовой техники, пищевой, автомобильной, медицинской, текстильной, бумажной, промышленности и т.д.

 **2. Поликарбонат PC-HT (конструкционный)**

[Поликарбонат](http://www.plastinfo.ru/information/glossary/l17/715/) - относится к классу синтетических полимеров - линейный полиэфир угольной кислоты и двухатомных фенолов. Они образуются из соответствующего фенола и фосгена в присутствии оснований или при нагревании диалкилкарбоната с двухатомным фенолом при 180-300 0С.

Поликарбонаты — бесцветная прозрачная масса с температурой размягчения 180-300 0С (в зависимости от метода получения) и молекулярной массой 50000-500000. Имеют высокую теплостойкость - до 153 0С. Термостойкие марки (PC-HT), представляющие собой сополимеры, выдерживают температуру до 160-205 0С. Обладает высокой жесткостью в сочетании с очень высокой стойкостью к ударным воздействиям в том числе при повышенной и пониженной температуре. Выдерживает циклические перепады температур от -253 до +100 0С. Базовые марки имеют высокий коэффициент трения. Рекомендуется для точных деталей. Имеет высокую размерную стабильность, незначительное водопоглощение. Нетоксичен. Подвергается стерилизации. Имеет отличные диэлектрические свойства. Допускает пайку контактов. Обладает хорошими оптическими свойствами. Чувствителен к остаточным напряжениям. Детали с высокими остаточными напряжениями легко растрескиваются при действии бензина, масел. Требует хорошей сушки перед переработкой.

Поликарбонат обладает высокой химической устойчивостью к большинству неинертных веществ, что дает возможность применять его в агрессивных средах без изменения его химического состава и свойств. К таким веществам относятся минеральные кислоты даже высоких концентраций, соли, насыщенные углеводороды и спирты, включая метанол. Но следует также учитывать, что ряд химических соединений оказывают на материал ПК разрушающее действие (среди полимеров не много таких, которые стойко выдерживают контакт с ними). Этими веществами являются щелочи, амины, альдегиды, кетоны и хлорированные углеводороды (метиленхлорид используют для склеивания поликарбоната). Материал частично растворим в ароматических углеводородах и сложных эфирах.

Несмотря на кажущуюся устойчивость поликарбоната к таким химическим соединениям, при повышенных температурах и в напряженном состоянии листового материала (изгиб, например) они будут действовать как трещинообразователи. Это явление повлечет за собой нарушение оптических свойств поликарбоната. Причем максимальное трещинообразование будет наблюдаться в местах наибольших изгибных напряжений.

Еще одной отличительной чертой поликарбоната является высокая проницаемость для газов и паров. Когда требуются барьерные свойства (например, при ламинировании и применении декоративных виниловых пленок средней и большой толщины от 100 до 200 мкм), необходимо на поверхность поликарбоната предварительно нанести специальное покрытие.

[Поликарбонат](http://www.plastinfo.ru/raw/?level0=13&level1=252&level2=0&action=%CF%EE%E8%F1%EA) - не имеет аналогов по механическим свойствам среди применяемых в настоящее время полимерных материалов. Он сочетает такие свойства, как высокая термостойкость, уникальная ударопрочность и высокая прозрачность. Его свойства мало зависят от изменений температуры, а критические температуры, при которых этот материал становится хрупким, находятся вне диапазона возможных отрицательных температур эксплуатации.

Выдающимся свойством ПК пленки является ее размерная стабильность, она совершенно непригодна в качестве усадочной пленки; нагревание пленки до 150 °С (т.е. выше точки размягчения) в течение 10 мин. дает усадку всего 2%. ПК легко сваривается как импульсным, так и ультразвуковым способами, а также обычной сваркой горячими электродами. Пленку легко формовать в изделия, при этом возможны большие степени вытяжки с хорошим воспроизведением деталей форм. Хорошую печать можно получить разными методами (шелкографии, флексографии, гравировки).

**Промышленные способы получения**

Основными промышленными способами получения поликарбонатов являются:

 фосгенирование бисфенолов в органическом растворителе в присутствии третичных органических оснований, связывающих соляную кислоту — побочный продукт реакции (способ поликонденсации в растворе);

 фосгенирование бисфенолов, растворенных в водном растворе щелочи, на поверхности раздела фаз в присутствии каталитических количеств третичных аминов (способ межфазной поликонденсации);

 переэтерификация ароматических эфиров угольной кислоты (диарилкарбонатов) бисфенолами (способ поликонденсации в расплаве).

Большинство производителей поликарбоната использует технологию получения полимера с использованием фосгена и бисфенола А. Новые разработки и технологии отошли от использования фосгена.

Способ поликонденсации в растворе (в среде пиридина или смеси пиридина с метиленхлоридом) и способ межфазной поликонденсации (одна фаза — водно-щелочной раствор бисфенола, другая фаза — метиленхлорид, гептан, дибутиловый эфир и другие растворители, не смешивающиеся с водой) осуществляются при невысокой температуре и дают возможность получать поликарбонат с различными значениями молекулярной массы. Но в каждом из них применяются разбавленный растворы компонентов и поэтому приходится пользоваться аппаратурой большого объема, регенерировать органические растворители и подвергать очистке промывные воды.

Способ переэтерификации обеспечивает получение поликарбонатов повышенной чистоты и не нуждается в применении растворителей, но он обладает меньшей универсальностью в сравнении с предыдущими способами (получается поликарбонат с невысокой молекулярной массой), протекает только при высоких температурах (250-300 0С) и при использовании особо чистых компонентов, что значительно удорожает сырье.

Экономическое сравнение всех способов производства поликарбонатов показывает, что наиболее экономичным является способ межфазной поликонденсации. В этом случае процесс получения поликарбонатов является двухстадийным. На первой стадии образуется олигомерный продукт с концевыми группами хлоругольной кислоты, который на второй стадии участвует в дальнейшей реакции поликонденсации и превращается в полимер.

Большинство фирм — продуцентов поликарбонатов используют свой собственный запатентованный процесс производства (они базируются преимущественно на использовании в качестве исходного сырья либо фосгена, либо бисфенола-А). Новейшие технологии ориентируются на нефосгенный способ выпуска.

**3. Полиамид 6**

**Полиамид 6** — конструкционный полимерный материал, обладающий хорошими прочностными и антифрикционными свойствами. Данный полиамид химически стоек к воздействию масел, бензина, спирта, слабых кислот, разбавленных и концентрированных щелочей, нетоксичен. Является продуктом гидролитической полимеризации капролактама, соответствует химической формуле (-NH-(CH2)5-CO-)n.

**ПА 6** имеет высокий уровень водопоглощения и низкую стойкость к солнечной радиации, что объясняет его недолговечность. Данная марка полиамида является наиболее распространенной в силу своей относительно низкой цены. Если Вам нужен более надежный и долговечный материал можно выбрать [Полиамид 610](http://anid.ru/poliamid/610), [Полиамид 12](http://anid.ru/poliamid/12)или модификафии на их основе.

**ПА 6** используется для изготовления технических изделий, применяемых в машиностроении, автомобилестроении и других областях

ПА6 используется для выпуска широкого ассортимента продукции: нити полиамидной технического назначения, композиционных материалов с различными свойствами (ударопрочные, морозостойкие, водостойкие, трудногорючие), а также при производстве разнообразных полимерных концентратов красителей и термостабилизаторов.

Полиамид 6 высоковязкий с вязкостью от 3,25 до 3,45 применяют в **пищевой промышленности.**

Максимальной популярностью полиамид-6 (вернее, одна из его производных) пользуется у производителей комплектующих для автомобилей, которые изготавливают на основе капролона кордную ткань - текстильный армирующий материал для покрышек пневматических шин. Как правило, в качестве армирующего материала полиамидную кордную ткань используют при производстве шин самого широкого спектра: для автомобилей легковых, легкогрузовых и грузовых; общественного транспорта, сельскохозяйственных машин, также в шасси самолетов и другой авиационной техники.

Полиамид 6, в зависимости от диапазона значений относительной вязкости, массовой доли экстрагируемых веществ и наличия модифицирующих добавок выпускается следующих марок: ПА 6-210/310, ПА 6-210/311, ПА 6-211-15, ПА 6-130/321, ПА 6-130, ПА 6-211-17 и др.

Из полиамида 6 марок ПА 6-210/310, ПА 6-210/311 изготавливают детали конструкционного и антифрикционного назначения (втулки, ролики, кольца, вкладыши подшипников, клапана и др. изделий), которые применяются в химической промышленности, машиностроении, судостроении, авиастроении, приборостроении и т.д.

Детали из полиамида 6 отлично поглощают ударные нагрузки, долговечны, имеют низкий коэффициент трения и могут работать без смазки в узлах трения. Кроме того, полиамид 6 является отличным диэлектриком, который не уступает, а по механической и тепловой стойкости превосходит такие изоляторы, как полистирол, поливинилхлорид и др. Производится в процессе гидролитической полимеризации Е-капролактама в присутствии катализаторов и стабилизаторов.

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Номер** | **Наименование показателя** | **Полиацеталь** | **Поликарбонат PC-HT** | **Полиамид 6** |
| 1 | Модуль упругости (Elastic Modulus)  | 2800 | 5.25·109 / 1.48·109 | 1500 - 1600 |
| 2 | Коэффициент Пуассона (Poisson's Ratio) | 0,36 | 0,35 | 0,27 - 0,28 |
| 3 | Модуль сдвига (Shear Modulus)   | 700-800 | 700-800 | 630-650 |
| 4 | Массовая плотность (Mass Density) | 1,41 | 1.18·103 | 1,13 - 1,14 |
| 5 | Предел прочности при растяжении (Tensile Strength)  | 2300-2500 | 2800 | 2000 - 2300 |
| 6 | Предел текучести (Yield Strength)  | 68 | 65 | 65 |

Список использованной литературы

1. [Chem421: Introduction to Polymer Chemistry](http://www.chem.rochester.edu/~chem421/copoly.htm). Statistical Copolymerization (англ.) (недоступная ссылка). Department of Chemistry University of Rochester. Дата обращения 19 сентября 2006. [Архивировано](https://web.archive.org/web/20060919043838/http%3A/www.chem.rochester.edu/~chem421/copoly.htm) 19 сентября 2006 года.
2. *Волынский, Александр Львович.* [Как смешать полимеры?](http://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/434378/Kak_smeshat_polimery) // [Природа](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%B0_%28%D0%B6%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%B0%D0%BB%29). — 2014. — № 3. — С. 44−52.
3. <http://www.mpstar-m.ru/polimery/poliuretan/> Источник: <https://himya.ru/poliuretany.html>
4. Market review of polycarbonates: Russian and global markets of polycarbonates // SafPlast (недоступная ссылка). Дата обращения 18 февраля 2011. Архивировано 16 ноября 2011 года.
5. Polycarbonates // Bayer Material Science AG
6. Tryrex // Samyang Busines Chemicals (недоступная ссылка). Дата обращения 18 февраля 2011. Архивировано 26 октября 2011 года.
7. Calibre // LG DOW Polycarbonate (недоступная ссылка). Дата обращения 18 февраля 2011. Архивировано 15 мая 2009 года.
8. Panlite // Teijin Kasei America (недоступная ссылка). Дата обращения 18 февраля 2011. Архивировано 16 июня 2011 года.
9. Лукьянченко С. Олимпийский инструмент // Наука и жизнь. — 2014. — № 1. — С. 20—25.
10. Масса поликарбоната разных брендов.
11. *П.Ф. Дунаев О.П. Леликов.* Конструирование узлов и деталей машин / Ю.Н. Дроздов С.В. Палочкин. — 9-е. — Москва: Академия, 2006. — С. 211. — 496 с. — [ISBN 5-7695-2767-6](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BB%D1%83%D0%B6%D0%B5%D0%B1%D0%BD%D0%B0%D1%8F%3A%D0%98%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8_%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3/5769527676).
12. <http://www.polymery.ru/material.php?id=24>
13. <http://anid.ru/poliamid/6>