



# Ароматические полиамиды (арамиды)

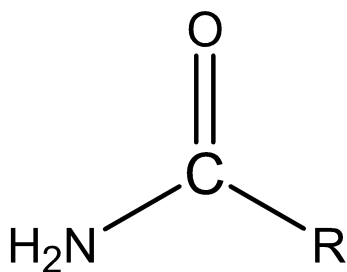
Ермакова Наталья,  
Тураева Анастасия  
3 курс, ФЭТТ



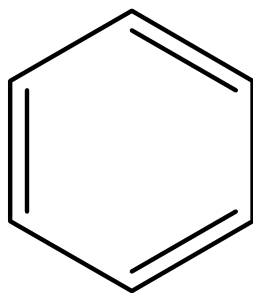
# Арамиды



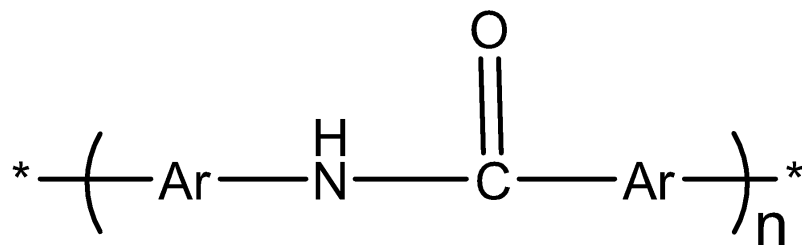
- Длинная цепочка синтетического полиамида, в которой, по меньшей мере, 85% амидных связей(-CO-NH-) прикреплены непосредственно к двум ароматическим кольцам.



Амид



Ароматический



Ароматический полиамид

# Ароматические полиамиды

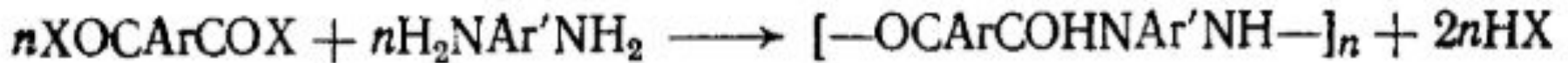


- Образуют синтетическое волокно с высокой механической и термической прочностью ;
- Полимер на основе ароматических полиамидов, медово-жёлтый материал, более прочный, чем железо, и более лёгкий, чем алюминий
- Молекулярная масса  $(30-100) \cdot 10^3$  ;

# Получение



В основе процессов получения линейных ароматических полиамидов лежит реакция поликонденсации различных бифункциональных соединений, приводящая к образованию амидной связи (реакция полиамидирования)



# Способы синтеза ароматических полиамидов



**Поликонденсация в расплаве.** Этот способ синтеза заключается в нагревании исходных соединений при температурах, несколько превышающих температуру плавления образующегося полимера. Для осуществления процесса необходимо, чтобы температура плавления полимера  $T_{пл}$  была ниже температуры его разложения  $T_{разл.}$ . Несмотря на ряд существенных достоинств, этот способ, однако, не нашел практического применения, поскольку для большинства ароматических полиамидов  $T_{пл} > T_{разл.}$ , а также вследствие недостаточной термостойкости многих исходных соединений. Получение ароматических полиамидов поликонденсацией в расплаве описано в работах

**Поликонденсация в твердой фазе.** По этому способу исходные соединения взаимодействуют при температурах ниже  $T_{пл}$  полимера, а иногда и ниже температуры плавления исходных веществ [1]. Вследствие этого поликонденсация в твердой фазе лишена тех недостатков, которые присущи поликонденсации в расплаве. Данный способ требует тем не менее достаточно высоких температур, так как при низких температурах процесс протекает с очень небольшой скоростью и не позволяет получать полимер с высоким молекулярным весом. Это сильно ограничивает применение поликонденсации в твердой фазе для синтеза ароматических полиамидов. Наряду с температурой большое влияние на молекулярный вес получаемого полимера оказывают продолжительность процесса, дисперсность исходных веществ, условия удаления выделяющегося низкомолекулярного продукта и ряд других

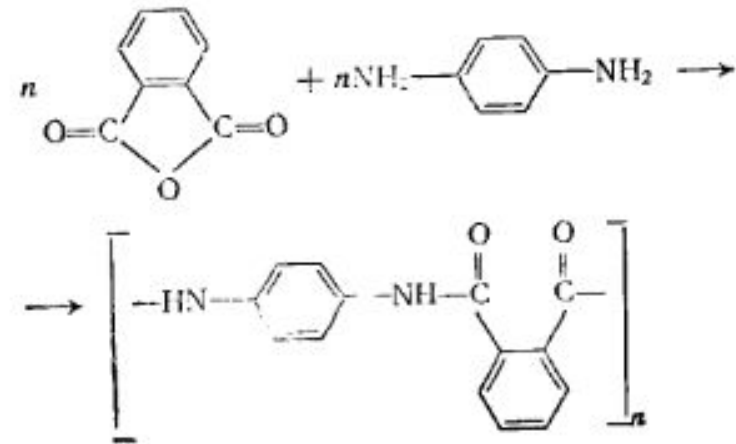
# Основные типы мономеров, применяемых для синтеза ароматических полиамидов

Мономер	Формула	Поликонденсация					
		в распла- ве	в раство- ре	в эмуль- сии	межфазная (на границе раздела фаз жидкость— жидкость)	газофазная (на границе раздела фаз жидкость— газ)	в твердой фазе
<i>Кислоты и их производные</i>							
Ароматические дикарбо- новые кислоты	$\text{HOOC—Ar—COOH}$	Да		Нет	Нет	Нет	Да
Дифторангидриды аро- матических дикарбоно- вых кислот	$\text{FOC—Ar—COF}$	Нет	Да	Да	Да	Нет	Нет
Дихлорангидриды аро- матических дикарбо- новых кислот	$\text{ClOC—Ar—COCl}$	Да	Да	Да	Да	Да	Да
Дибромангидриды аро- матических дикарбоно- вых кислот	$\text{BrOC—Ar—COBr}$		Да				
Диангидриды дикарбоно- вых кислот	$  \begin{array}{c}  \text{OC—Ar—CO} \\  \diagdown \quad \diagup \\  \text{O} \quad \quad \text{O} \\  \diagup \quad \diagdown \\  \text{OC} \quad \quad \text{CO} \\    \quad \quad    \end{array}  $		Да	Да			Да

# Получение

Получают низкотемпературной поликонденсацией дихлорангидрида изофталевой кислоты с м-феилендиамином

- ❑ *Сухое формование волокон*
- ❑ *Формование пленок*
- ❑ *Формование мембран*
- ❑ *Формование волокон мокрым способом*
- ❑ *Формование фибридов*



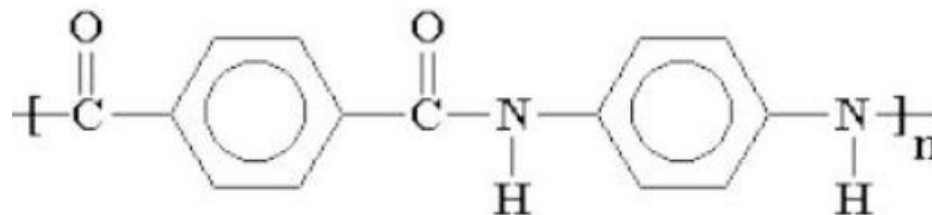


# Арамиды



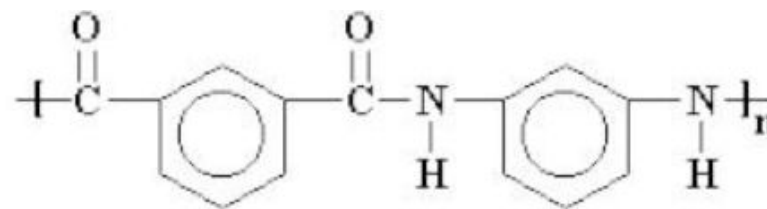
Это семейство полиамидов, включающее *Номекс* и *Кевлар*

- Кевлар является полиамидом, в котором все амидные группы разделены парафениленовыми группами, то есть амидные группы присоединяются к фенильным кольцам друг напротив друга.



*Кевлар*

- Номекс, содержит метафениленовые группы, то есть амидные группы присоединены к фенильному кольцу в позициях 1 и 3.

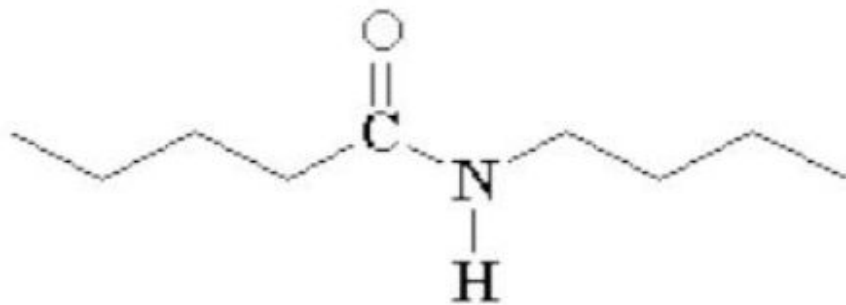


*Номекс*

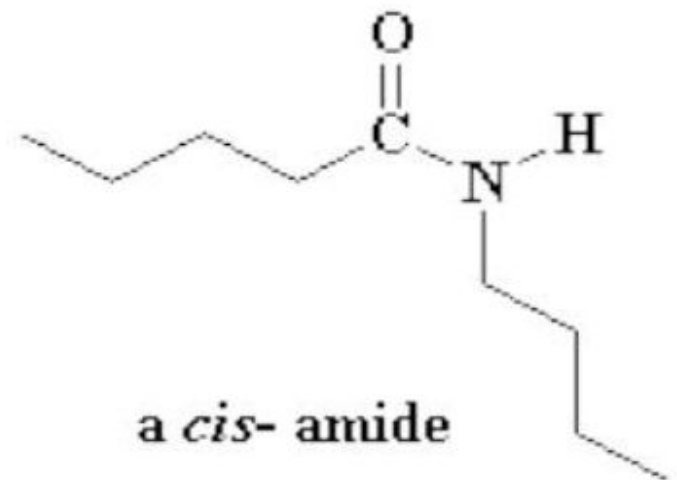




Когда все амидные группы в полиамиде (как например, в найлоне 6,6) находятся в **транс состоянии**, то полимер полностью вытянут в прямую линию. Это как раз то, что нужно для волокон, поскольку длинные прямые, полностью вытянутые макромолекулы более плотно упаковываются в кристаллическую форму, которая и образует волокно. Но всегда хотя бы некоторая часть амидных связей находится в **цис- состоянии**. Поэтому макромолекулы **найлона 6,6** никогда не становятся полностью вытянутыми.



a *trans*- amide



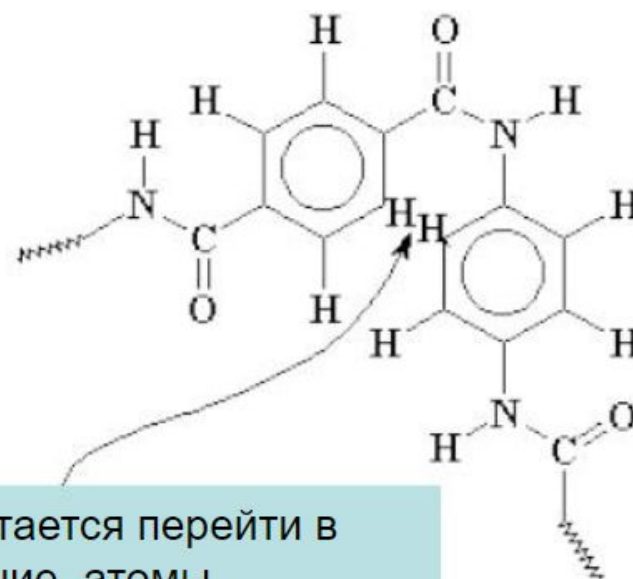
a *cis*- amide

**Кевлар остается почти полностью в транс-состоянии,**

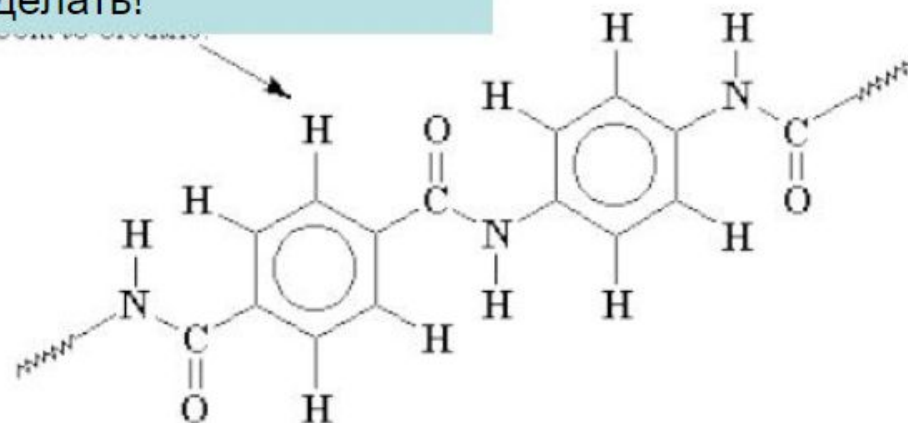
так что он может полностью вытягиваться и образовывать замечательные волокна.

**Кевлар** обладает высокой прочностью (в пять раз прочнее стали, предел прочности  $\sigma_0 = 3620$  МПа). Такая высокая прочность сочетается с относительно малой плотностью — 1400—1500 кг/м<sup>3</sup>.

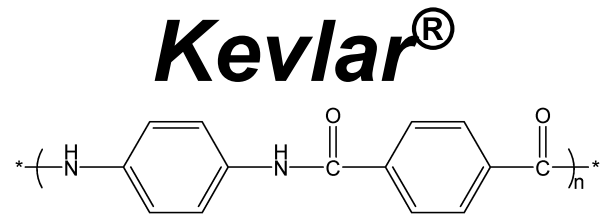
При нагреве **кевлар** не плавится, а разлагается при сравнительно высоких температурах (430—480°C).



Когда он пытается перейти в *цис*-состояние, атомы водорода в больших ароматических группах мешают ему это сделать!



# Применение



# Применение кевлара



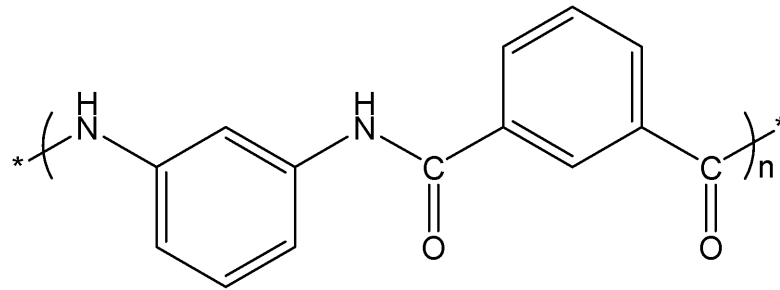
- **Применение кевлара**
- **Изначально материал разрабатывался для армирования автомобильных шин.**
- **Кевлар используют как армирующее волокно в композитных материалах, которые получаются прочными и лёгкими.**
- Кевлар используется для **армирования медных и волоконнооптических кабелей** (нитка по всей длине кабеля, предотвращающая растяжение и разрыв кабеля).
- Кевларовое волокно также используется в качестве **армирующего компонента в смешанных тканях**, придающего изделиям из них стойкость по отношению к абразивным и режущим воздействиям, из таких тканей изготавливаются, в частности, защитные перчатки и защитные вставки в спортивную одежду (*для мотоспорта, сноубординга и т. п.*).
- Механические свойства материала делают его пригодным для изготовления **средств индивидуальной бронезащиты (СИБ)** — бронежилетов и бронешлемов, одежды для пожарных.

# Применение



**Notex<sup>®</sup>**

Разработан фирмой Вц Роп1  
(США)




# Nomex<sup>®</sup>

Полученное на основе  
этого Полученное на основе  
этого полиамида  
волокно Полученное  
на основе этого полиамида  
волокно не размягчается при  
нагревании до 400 °С,  
отличается высокими  
радиационной Полученное  
на основе этого полиамида  
волокно не размягчается при  
нагревании до 400 °С,  
отличается высокими  
радиационной стойкостью  
и прочностными  
характеристиками Полученно  
е на основе этого полиамида  
волокно не размягчается при  
нагревании до 400 °С,  
отличается высокими

# NOMEX<sup>®</sup>







введения в эпоксидную смолу химически активных термостойких полимеров ( ароматических полиамидов, и др.). Такой прием способствует существенному расширению области механической работоспособности композиции в сторону повышенных температур. Введение ароматических полимеров в эпоксидную смолу не препятствует применению обычных отвердителей, и варьирование состава такой трехкомпонентной системы Таким образом, твердые композиции на основе эпоксидных смол могут быть получены путем введения в эпоксидную смолу химически активных термостойких полимеров ( ароматических полиамидов, и др.). Такой прием способствует существенному расширению области механической работоспособности композиции в сторону повышенных температур. Введение ароматических полимеров в эпоксидную смолу не препятствует применению обычных отвердителей, и варьирование состава такой трехкомпонентной системы позволяет целенаправленно регулировать свойства материала





# Использованная литература

1. П.Г. Бабаевский, “Пластики конструкционного назначения(реактопласты)”, М 2013
2. Морган П. У., Поликонденсационные процессы синтеза полимеров, пер. с англ., Л., 1970.
3. Соколов Л. Б., Основы синтеза полимеров методом поликонденсации, М., 1979.