

# **«Полиамид 2004»**

**15 сентября 2004 г.**

**Свойства полиамидов и особенности их  
использования**

*Polyamides – properties and features of applications*

**Капранчик Вадим Павлович**



**Институт полимеров  
Kunststoff-Zentrum**

- 1. Виды и структура полиамидов**
- 2. Свойства полиамидов**
- 3. Связь структуры и свойств полиамидов.**
- 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс**
- 5. Области применения полиамидов**



# 1. Виды и структура полиамидов

$M_w = 10\ 000 - 30\ 000$

- CO - NH -                      амидная группировка

- R1 - CO - NH - R2 -            часть мономера

R1 и R2 - алифатические радикалы – алифатические полиамиды

R1 и R2 - ароматические радикалы – ароматические полиамиды

# 1. Виды и структура полиамидов

## Основные виды алифатических полиамидов

### 1. Полиамиды из одного вида мономера (аминокислоты).

Число в названии = число атомов углерода в мономере

<b>Полиамид 6</b>	<b>Полиамид 11</b>	<b>Полиамид 12</b>
$(- \text{NH} - (\text{CH}_2)_5 - \text{CO}-)_n$	$(- \text{NH} - (\text{CH}_2)_{10} - \text{CO}-)_n$	$(- \text{NH} - (\text{CH}_2)_{11} - \text{CO}-)_n$
<b>Поликапроамид</b>	<b>Полиундеканамид (рильсан)</b>	<b>Полидодеканамид</b>

# 1. Виды и структура полиамидов

## Основные виды алифатических полиамидов

## 2. Полиамиды из двух мономеров – диамина и двухосновной карбоновой кислоты.

Два числа в названии:

первое = число атомов углерода в мономере диамина

второе = число атомов углерода в мономере кислоты

<p><b>Полиамид 6,6</b> (-NH -(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> -NH -CO -(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> -CO-)n Полигексаметиленадипамид</p>	<p><b>Полиамид 4,6</b> (-NH -(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> -NH -CO -(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub> -CO-)n Политетраметиленадипамид</p>
<p><b>Полиамид 6,9</b> (-NH -(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> -NH -CO -(CH<sub>2</sub>)<sub>7</sub> -CO-)n Полигексаметиленазелаинамид</p>	<p><b>Полиамид 6,10</b> (-NH -(CH<sub>2</sub>)<sub>6</sub> -NH -CO -(CH<sub>2</sub>)<sub>8</sub> -CO-)n Полигексаметиленсебацинамид</p>



# 1. Виды и структура полиамидов

## Основные виды ароматических полиамидов (арамиды)

### Полиамид РМРІ

$(-CO-(C_6H_4)-CO-NH-(C_6H_4)-NH-)_n$

Поли-м-  
фениленизофталамид  
(LCP волокно), Nomex®

### Полиамид РРРТ

$(-CO-(C_6H_4)-CO-NH-(C_6H_4)-NH-)_n$

Поли-п-  
фенилентерефталамид  
(LCP волокно), Kevlar®

## 2. Свойства полиамидов

	PA6	PA11	PA12	PA6,6	PA6,10
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,12	1,03	1,04	1,12	1,07
Водопоглощение, %	3.1	1,3	0,7	2,3	1,5
Относительное удлинение при разрыве, %	100	120	120	83	80
Модуль упругости при изгибе, ГПа,	2,0	0,9	1,0	2,4	2,0
Предел текучести при растяжении, МПа	62	36	39	64	55
Ударная вязкость по Изоду с надрезом, Дж/м,	250	280	220	150	70
Рабочая температура, С	-70 + 100	-70 +110	-70 +80	-80 +100	-60 +73
Температура плавления, С	220	180	180	250	220

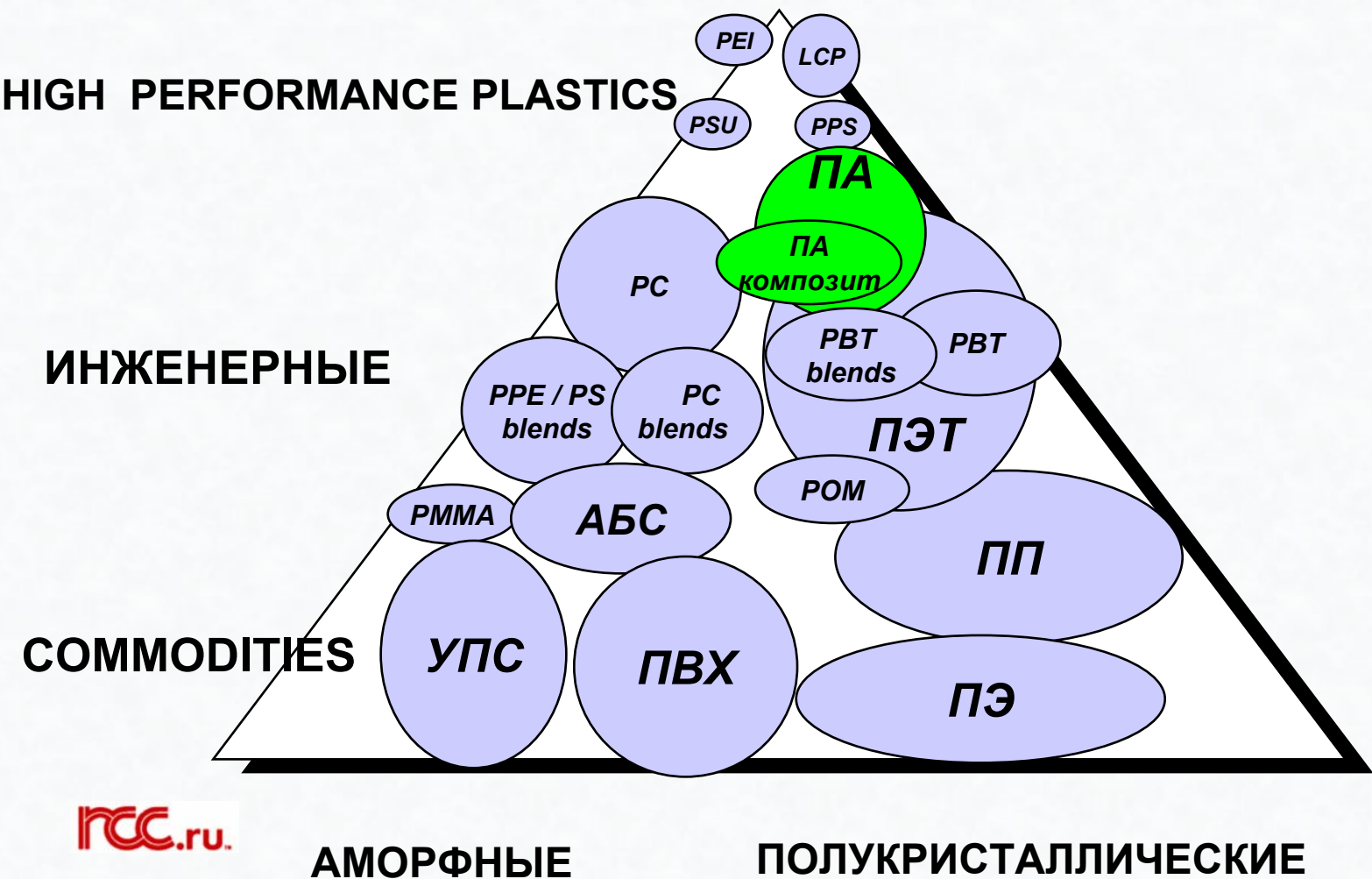


### 3. Связь структуры и свойств полиамидов

Полиамид	CH <sub>2</sub> / CONH	Температура плавления	Плотность, г/см <sup>3</sup>
ПА 4,6	4	280	1,18
ПА 6,6	5	250	1,12
ПА 6	5	220	1,12
ПА 11	10	180	1,03



## 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс



## 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс

### Сравнение алифатических полиамидов и полипропилена

- Плотность полипропилена  $PP = 0,90$ ; полиамидов  $PA = 1,1$
- Температура плавления  $PP = 160\text{ C}$ ;  $PA = 230\text{ C}$
- Температура стеклования  $PP = -25\text{C}$ ,  $PA -90\text{C}$
- Рабочая температура:  $PA$  имеет более высокую рабочую температуру (+10-15 C)
- Жесткость:  $PA$  более жесткий, имеет более высокую хрупкость
- Стойкость к окружающей среде:  $PP$  более стоек

## 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс

### Механические свойства полиамидов

	ПП	ПА6,6	ПА6
Плотность	0.90	1,12	1,12
Кристалличность	30% - 50%	60% - 80%	50% - 70%
Молекулярный вес	200К до 600К	10К до 30К	10К до 30К
Молекулярно-весовое распределение	Зависит от способа производства	Зависит от способа производства	Зависит от способа производства
Модуль упругости при изгибе, Гпа	1,4	2,4	2,0
Удлинение при растяжении, %	120%	83%	100%
Ударная вязкость по Изоду с надрезом, КДж/м2	98	150	250
Твердость по Роквеллу	96	72	74



## 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс

### Физические свойства полиамидов

	ПП	ПА6,6	ПА6
Оптические	полупрозрачный	полупрозрачный	полупрозрачный
Температура расплава	160 С	250 С	220 С
Температура стеклования	- 20 С	- 90 С	- 90 С
H <sub>2</sub> O абсорбция, вес. %	0,01 – 0,03	2,3	3,1
Стойкость к окислению	Низкая	Высокая	Высокая
УФ стабильность	Низкая	Низкая	Низкая
Стойкость к растворителям	Стоек	Более стоек	Более стоек
Стойкость к щелочам	Более стоек	Стоек	Стоек
Стойкость к кислотам	Хуже окисляется кислотами	Окисляется кислотами	Окисляется кислотами

## 5. Области применения полиамидов

### Преимущества

**стойкость к ударам, способность выдерживать большие нагрузки на растяжение и изгиб, эластичность, низкий коэффициент трения, стойкость к абразивному истиранию, высокие рабочие температуры, возможность переработки литьем под давлением, стойкость к органическим растворителям и щелочам, барьерные свойства (в 100 раз выше, чем у полиэтилена), возможность полной переработки в исходный мономер, негорючесть**



## 5. Области применения полиамидов

### Недостатки

- **высокое влагопоглощение и, как следствие:**
  - \* **потеря стабильности геометрических размеров**
  - \* **снижение механической прочности в два раза**
- **нестойкость к сильным кислотам и окислителям, требуется введение УФ стабилизаторов, высокие усадки при переработке литьем под давлением, электрические и механические свойства изменяются при влагопоглощении, растворяются в фенолах**



## 5. Области применения полиамидов

<p><b>ПА 6</b> Конструкционные изделия: слабонагруженные детали передач, направляющие подшипники опоры колеса корпуса приборов каска дюбели</p> <p>Нити и волокна корды</p>	<p><b>ПА 6,6</b> Конструкционные изделия: электротехнические детали опоры колеса корпуса приборов</p> <p>Нити и волокна корды</p>
---	---

Издержки производства выше у ПА 6,6

Термомеханические свойства лучше у А 6,6



## 5. Области применения полиамидов

<p><b>ПА 6,10</b></p> <p><b>Литьевые изделия, электротехнические и конструкционные</b></p> <p><b>хомуты, болты, винты, гайки малошумные детали передач клеммные коробки</b></p>	<p><b>ПА 11</b></p> <p><b>Электротехнические и антифрикционные конструкционные изделия</b></p> <p><b>детали креплений элементы топливных систем переключатели</b></p>
---	---





- 1. Виды и структура полиамидов**
- 2. Свойства полиамидов**
- 3. Связь структуры и свойств полиамидов.**
- 4. Место полиамидов в ряду конструкционных пластмасс**
- 5. Области применения полиамидов**



# СПАСИБО !



**Wallace Hume Carothers (1896-1937)**