



***Конструкционные
функциональные волокнистые
композиты***

Микрюков Константин Валентинович

тел. 231-89-39, e-mail:

mikrukov@kstu.ru



ОРГАНИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

1. Основные виды синтетических органических волокон
2. Технология получения на примере арамидных волокон
3. Основные свойства
4. Применение



ОРГАНИЧЕСКИЕ ВОЛОКНА

- ✓ Создание синтетических органических волокон основано на использовании высоких жесткости и прочности вытянутых макромолекул полимеров, в которых цепочки молекул расположены параллельно оси волокна.
- ✓ Низкая плотность - высокие удельные значения прочности и жесткости.
- ✓ Резкое уменьшение прочности и деформационной устойчивости с повышением температуры,
- ✓ Низкие температуры стеклования и деструкции



Основные виды органических волокон

- *Полиолефиновые:* полиэтиленовые волокна, полипропиленовые нити, штапельное и моноволокно
- *Фторволокна (фторлон):* комплексные нити, штапельное и моноволокно
- Полиэтилентерефталатные нити, жгуты и штапельное волокно (лавсан)
- Волокна и нити на основе ароматических полиамидов
- Полиимидные волокна
- Комплексные нити фирмы «Дюпон»
- Полиоксадиазольные волокна и нити
- Волокна лестничного строения
- Полиамидоимидные волокна

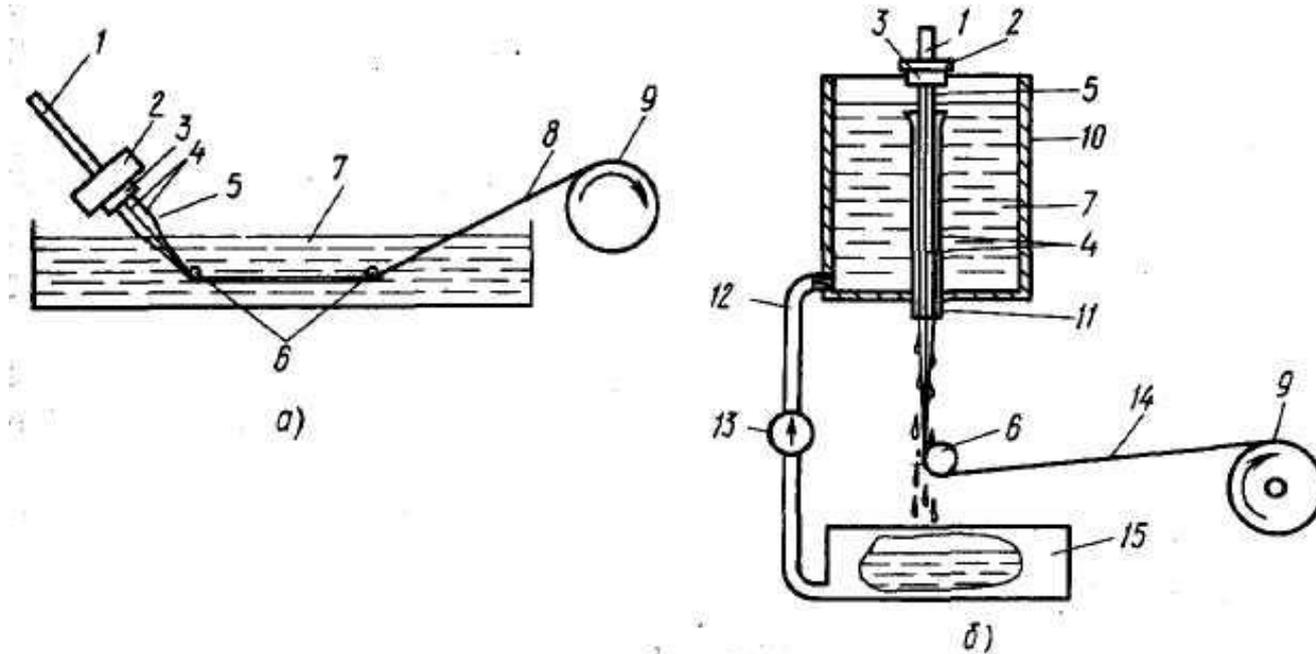


Технология получения

- Прядение из расплава или раствора полимера (нити образуются продавливанием полимера, находящегося в вязкотекучем состоянии, через тонкие отверстия с последующим затвердеванием вытекающих жидких струй)
- Полимер переводится в вязкотекучее состояние (плавление, растворение, пластификация, коллоидная система)
- Сухой способ (испарение растворителя)
- Мокрый способ (замена растворителя на осадитель, осуществляемая путем диффузии)
- Сухо-мокрый способ (формование с воздушной прослойкой)



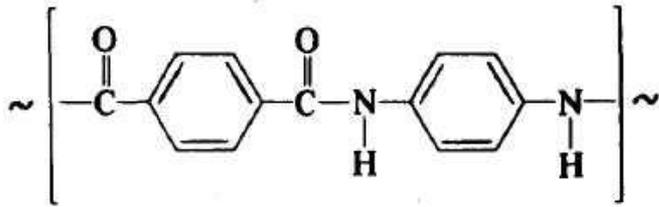
Варианты аппаратного оформления «сухо-мокрого» формования нити



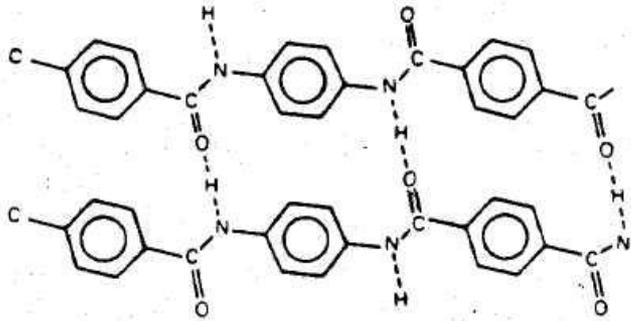
а - горизонтальная заправка; б - вертикальная схема; 1 - червяк; 2 - прядильная головка; 3 - фильера; 4 - элементарные волокна; 5 - газовая прослойка; 6 - нитепроводник; 7 - осадительная ванна; 8 - упрочнение формуемой нити; 9 - приемная бобина; 10 - корпус; 11 - прядильная трубка; 12 - тубус для обратной ванны; 13 - насос; 14 - секция упрочнения формуемой нити; 15 - приемный бачок осадительной ванны



Химическая формула структура арамидного волокна



Арамид - кристаллизующийся жесткоцепной высокоориентированный полимеров. Различие в энергии продольных (ковалентных) и поперечных (межмолекулярных, водородных) связей обуславливает высокую анизотропию механических свойств



Ароматические кольца: - придают макромолекулам полиамида высокую жесткость (система связанных длинных прутьев); высокую химическую стабильность волокна.

Кристаллическая природа полимера обеспечивает высокую термическую стабильность

Арамидное волокно не претерпевает при нагревании резких энтальпийных изменений вплоть до разложения при высокой температуре.

Арамидное волокно имеет меньшую пластичность при относительно высоких температурах и существенно меньшую хрупкость.



СВОЙСТВА ВОЛОКОН КЕВЛАР

Свойства	Кевлар-29		Кевлар 49	
Плотность, кг/м ³	1440	1440	1440	1450
Диаметр одиночного волокна линейной плотностью 0,17 текс, мкм	12,0	11,9	12	11,9
Равновесная влажность, %	3,9 ¹	6,0 ²	4,6 ¹	3,5 ²
Предел прочности при растяжении σ_B , МПа .	3275	2758	3034	2758
Удлинение при разрыве, %	3,9	4	2,3	2,4
Начальный модуль упругости, ГПа	69,0	62,1	124,1	131
Максимальный модуль упругости, ГПа	96,5	—	127,9	—
Модуль упругости при изгибе, ГПа	53,1	—	105,5	—
Расчетный модуль упругости при осевом сжатии, ГПа	40,7	—	75,8	—
Динамический модуль упругости, ГПа	96,5	—	137,9	—
Доля прочности в петле от предела прочности при растяжении, %	—	—	—	35
Усталостные свойства (число циклов изгиба до разрушения N)	—	—	—	200 ³
Ползучесть при нагружении до 90 % σ_B	—	—	—	0,0011 ⁴
Коэффициент трения	—	—	—	0,46 (0,41) ⁵



Механические свойства органических волокон

Волокно, марка	γ , кг/м ³	P_0 , сН/текс	δ , %	E, МПа	$T_{экс}$, К
Полиолефиновые волокна					
Полипропиленовое волокно					
моноволокно	910	50 - 60	15 - 25	6 - 8	413
нить	910	45 - 75	18 - 30	4 - 9	413
штапельное	910	30 - 60	20 - 100	1,5 - 3,0	413
Полиэтиленовое волокно	920 - 950	40 - 60	10 - 20	4 - 8	383
Фторволокна					
Волокна из политетрафторэтилена	2160	10 - 18	13 - 25	3300	623
Волокна из ацетонорастворимого фторопласта (фторлон)	1960	500 - 600*	7 - 20	2500 - 15000	623
Полиэфирные волокна					
Полиэтилентерефталатное волокно (лавсан)					
моноволокно	1380 - 1390	30 - 40	10 - 20	...	453
текстильная нить	1380 - 1390	34 - 45	15 - 30	$(1 - 1,2) 10^4$	463
техническая нить	1380 - 1390	65 - 80	8 - 15	100 - 140	453
штапельное	1380 - 1390	30 - 45	40 - 60	25	453
Полиамидные волокна					
Капроновое волокно	1140 - 1150	400 - 500*	40 - 90	$(2,5 - 3,5) 10^3$	423
комплексная вить	1140 - 1150	450 - 550*	25 - 35	$(2,5 - 4) 10^3$	423



Механические свойства органических волокон

Волокно, марка	γ , кг/м ³	P ₀ , сН/текс	δ , %	E, МПа	T _{экс} , К
Волокна на основе ароматических полиамидов					
Номекс	1380	50	15 - 20	1,23 · 10 ⁴	573
Фенилон	1380	45 - 50	15 - 20	1,3 · 10 ⁴	573
Сульфон-Т	1450	35 - 40	16 - 18	6 · 10 ⁴	573
НТ-4	1480	30 - 40	6 - 8	1,6 · 10 ⁴	573
Кевлар	1450	225	3 - 5	6,85 · 10 ⁴ – 1,28 · 10 ⁵	573
Полиимидные волокна					
Аримид ПМ	1410	45 - 50	6 - 10	1,04 · 10 ⁴	673
Аримид-Т	1450	45 - 60		1,5 · 10 ⁴	673
Полиимидные комплексные нити фирмы «Дюпон»	1410	62	13	10000	673
Полиэксадиазольные волокна					
Волокна оксалон	1430	50 - 70	4 - 8	30000 - 54000	573
Полибензимидазольные волокна					
Волокна на основе 3,3' – диаминобензидина и дифенилизофта-лата (комплексная нить)	1320	50	10 - 12	16750	723
Волокна лестничного строения					
Волокно лота	1450	15 - 20	15 - 25	9000	623
упрочненное	1350	35 - 40	2 - 6	28000	623
Полиимидоимидные в волокна					
Кермель	1390	24 - 44	10 - 20	7800	533



Физические свойства.

- **Полиолефиновые волокна** имеют хорошие тепло - и электроизоляционные свойства, низкая эластичность, склонны к текучести на холоду под нагрузкой, Светостойкость невысокая
- **Фторволокна** стойкие к действию агрессивных сред в широком интервале температур, высокая теплостойкость и радиационная стойкость, отличные диэлектрические свойства, низкий коэффициент трения.
- **Полиэтилентерефталатные волокна** напоминают натуральную шерсть, термостойки, высокоэластичны,. Недостатки - сильная электризуемость, низкая прочность и жесткость изделий.
- **Арамиды:** хорошие электроизоляционные свойства, стабильность размеров, тепло- и термостабильность, радиационностойки, стойкость к УФ-излучению у них невысока.
- **Полиимидные волокна** способны сохранять комплекс физико-механических свойств при длительном воздействии повышенных температур. Они стойки к воздействию излучений высоких энергий.
- **Полиоксадиазольное волокно** - способность сохранять комплекс физико-механических свойств при повышенных температурах. Они стойки к действию УФ-излучения. Низкая стойкость к действию открытого пламени
- **Полибензимидазольные волокна** способны сохранять комплекс физико-механических свойств при кратковременном воздействии силовых и тепловых полей, обладают гигроскопичностью, низкой светостойкостью,
- **Полиамидоимидные волокна** негорючи.

Химическая стойкость



- ⇒ **Полиолефиновые волокна** стойки к действию кислот, щелочей, органических растворителей. Могут растворяться практически только в некоторых углеводородах при нагревании
- ⇒ **Фторволокна** характеризуются стойкостью даже к высококонцентрированным кислотам и щелочам, при температуре до 533 К не растворяются ни в одном известном растворителе. Они стойки к действию сильных окислителей.
- ⇒ **Полиэтилентерефталатные волокна** растворяются в крезоле и других фенолах; частично растворяются, разрушаясь, в концентрированной серной (выше 83 %) и азотной кислотах; полностью разрушаются при кипячении в концентрированных растворах щелочей. Устойчивы к действию ацетона, четыреххлористого углерода, дихлорэтана и других растворителей.
- ⇒ **Волокна арамидов** стойки к действию химических реагентов кислотного характера и органических растворителей. При кипячении в 10 %-ном растворе щелочи в течение 24 ч волокно номекс разрушается.
- ⇒ **Полиамидные волокна** не растворяются в органических растворителях, растворяются в кипящих азотной и серной кислотах, устойчивы к действию кипящей воды. Щелочи при нагревании разрушают эти волокна.
- ⇒ **Полиоксадиазольные волокна** Волокно оксалон сохраняет 50 % исходной прочности при кипячении в 10 %-ном растворе щелочи в течение 24 ч.
- ⇒ **Полибензимидазольное волокно** сильная усадка под действием химических реагентов, низкая гидролитическая стойкость



Применение

- Нити, комплексные нити
- Ткани различных переплетений
- Трикотаж
- Ровница
- Маты
- Нетканые материалы