



Центр высокопрочных материалов  
**АРМИРОВАННЫЕ КОМПОЗИТЫ** Хотьково, Россия,  
(+7 499)262-53-64, [www.armocom.ru](http://www.armocom.ru), [mail@armocom.ru](mailto:mail@armocom.ru)

Разработка композитных материалов  
специального назначения

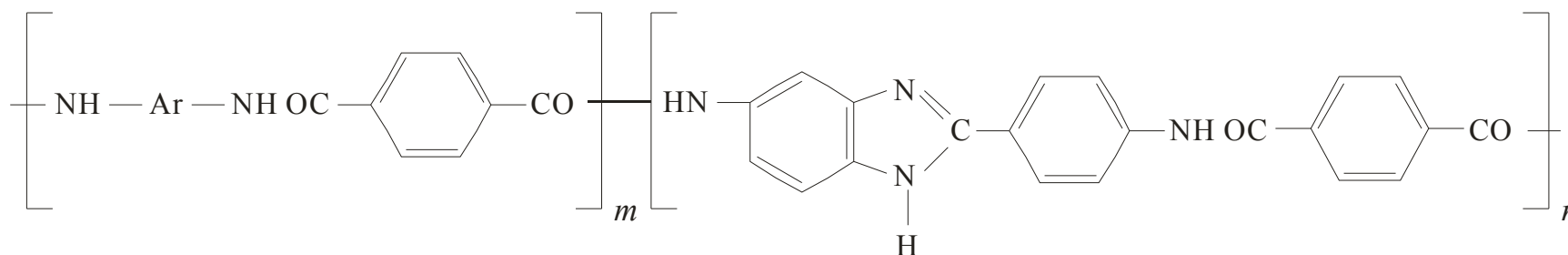
Е.Ф.Харченко, Л.В.Зайцева, Т.В.Морозова,  
О.В.Николаева





## Химическое строение арамидного наполнителя. Образцы материалов

- Сополиамидбензимидазол



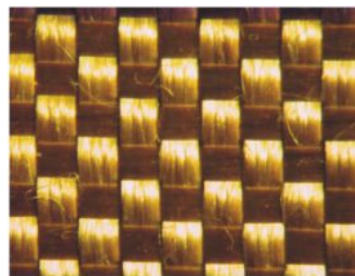
Арамидная нить



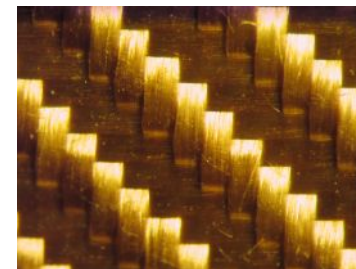
Жгут



Ткань полотно



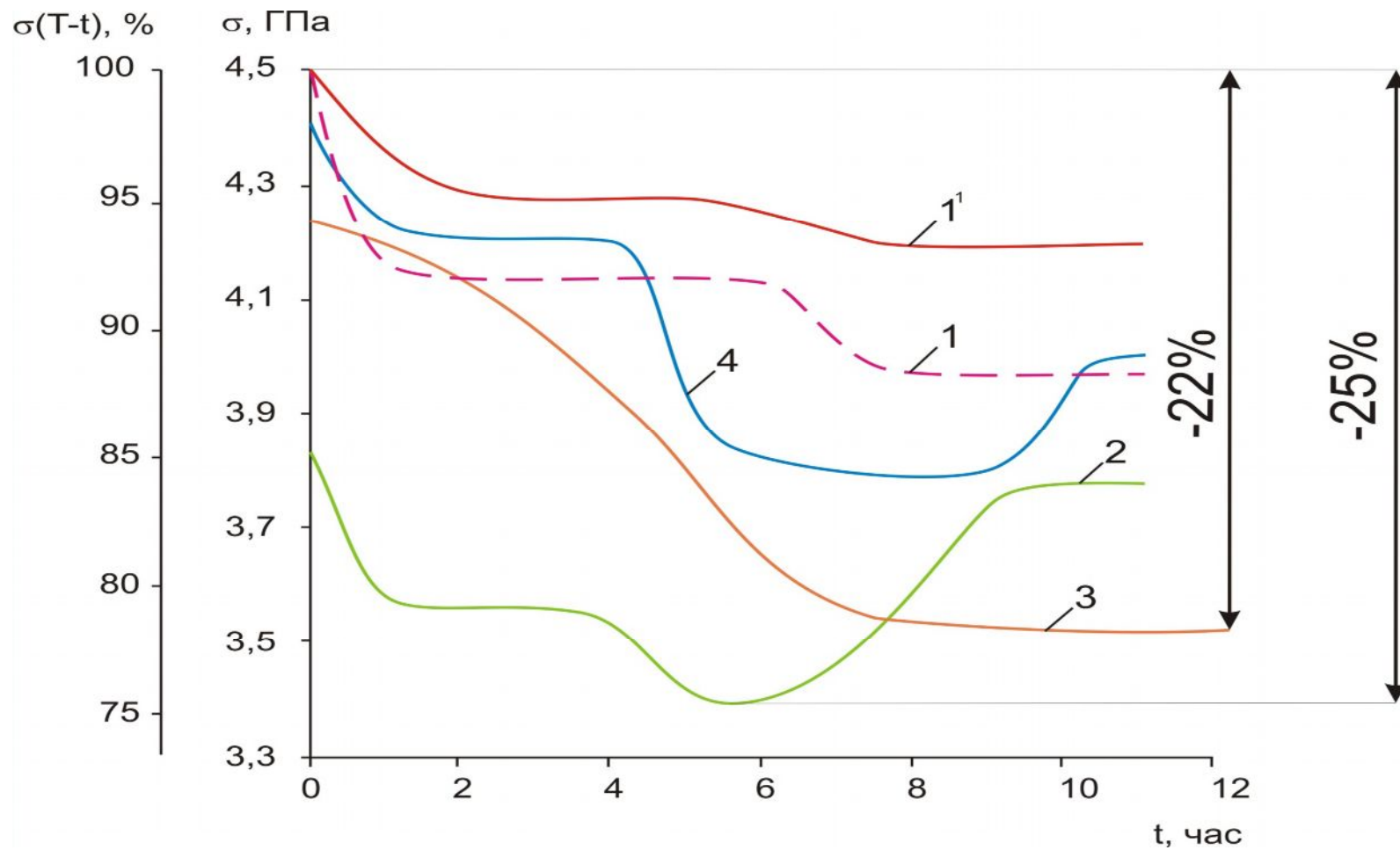
Ткань саржа





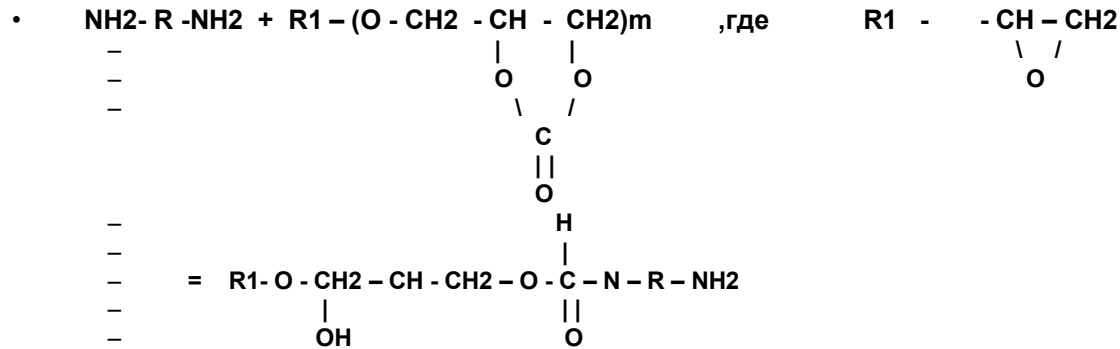
Зависимость прочности нити Армос через 12 часов после термообработки (1), после восстановления равновесной влаги (1), в контакте с компонентами ЭХД(2) ДЭГ-1 (3), И-МТГФА (4).

4



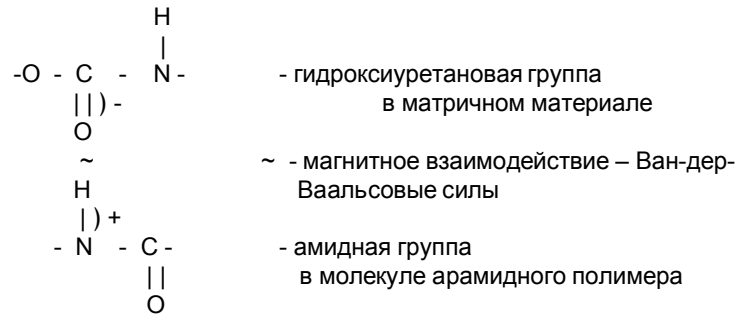


# Химические процессы при модификации ЭПОКСИДНЫХ КОМПОЗИЦИЙ



Гидроксиуретановая группа

В результате протекания данной реакции между гидроксиуретановой группой образовавшейся в результате начального отверждения матричного материала и амидными и иминными группами в арамидных молекулах, образуется ван-дер-ваальсовое взаимодействие по схеме:





Сравнительные характеристики композитных материалов на основе  
ткани арт.5363/15(с) и эпоксидных связующих различных марок  
при высокоэнергетических нагружениях

Композитные материалы с различными эпоксидными матрицами	Содержание связующего, %	Поверхностная плотность ,кг/м2	СкоростьV 50%, м/с / Энергия, Дж
Связующее ЭДП	38	6,9	391/80
Связующее ЭДУ	41	6,5	348/63
Модифицированное ЭДУ (Ф-4)	40	6,7	390/80
Модифицированное ЭДУ (СКН-30КТРА)	40	6,8	382/76
Связующее ЭХД-МД	44	7,3	388/79
Связующее SR 8150/SD815 В4	43	7,0	410/88
Связующее Эплат-5	46	7,3	472/117



Механические и защитные характеристики композитных материалов, изготовленных на основе арамидной ткани арт. 5363/15 (саржа) и связующих различной химической природы.

Наименование показателей	Штатное полиуретановое связующее	Модифицированное полиуретановое связующее	Штатное эпоксидное связующее	Модифицированное эпоксидное связующее
Предел прочности при растяжении, МПа	397	228	452	534
Модуль упругости при растяжении, ГПа	3	15	12	24
Предел прочности при изгибе, МПа	79	32	385	364
Модуль упругости при изгибе, ГПа	13	7	27	27
Предел прочности при сжатии, МПа	149	315	502	857
Прочность при расслаивании 2-х сл. комп.м., кгс/см	1,6	0,5	0,4	0,7
V50% . При поверхностной плотности арамидной ткани 4кг/м <sup>2</sup>	457/110	471/116	391/80	472/117



## Характер разрушения композитных материалов

### при ударных нагрузках

Органопластик

Энергия ударника 117 Дж

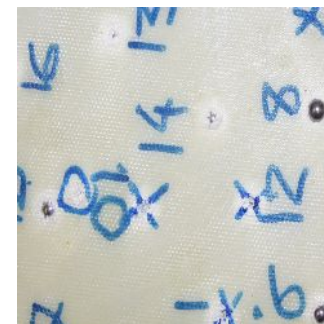
(связующее эпоксидное)

Стеклопластик

Энергия ударника 38 Дж



Фронт



Тыл







# Характер разрушения композитных материалов и элементов конструкций

Органопластик с полиуретановой матрицей



Фронт

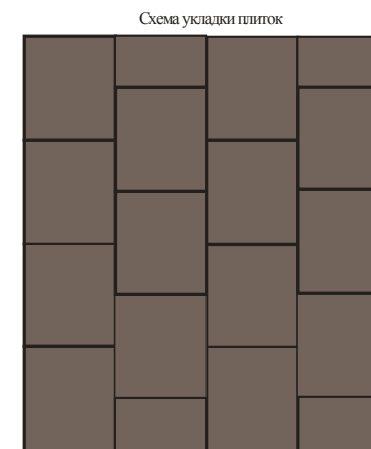
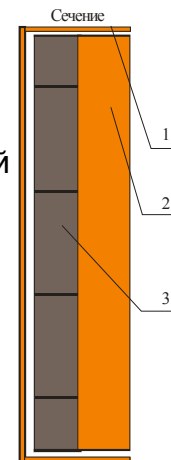


Тыл

Характер поведения конструкции



1. оберточный слой
2. композит
3. керамика





## Некоторые образцы элементов конструкций

10





## Основные характеристики матричных материалов арамидокомпозитов, определяющие их использование

Показатели	Эпоксиды	Полиуретаны	Каучуки	Полиолефины
Молек.масса	200-3000	>9000	>70000	>50000
Вязкость,спз	200-600	>10000	>15000	расплав
Плотность,г/см <sup>3</sup>	1,23	1,15	0,92-0,96	0,91-0,96
Удлинение,%	1 - 4	300-450	300-1200	500-600
Модуль упругости	2,6 -4,3 ГПа	20 -75 МПа	-	120-570 МПа
Предел прочности,МПа				
σ растяжения	50-75	35-50	0,2 -2	10-17
σ изгиб	140	-	-	-



# Выводы

- 1. В результате проведенных исследований разработан композитный материал с эпоксидной матрицей , имеющий высокие физико-механические и противоударные характеристики.
- 2. Композитные материалы , используемые в элементах некоторых конструкций, способны работать при высокоскоростных, высокоэнергетических нагрузениях.
- 3. Все разработанные материалы и конструкции защищены патентами.