

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Технология модификации свойств материалов»

1. Перечень оценочных средств для компетенций, формируемых в результате освоения дисциплины

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2: Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	Зачет; экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета; комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Зачет; экзамен	Комплект контролирующих материалов для зачета; комплект контролирующих материалов для экзамена

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания

Оцениваемые компетенции представлены в разделе «Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций» рабочей программы дисциплины «Технология модификации свойств материалов».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Технология модификации свойств материалов» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал (основной и дополнительный), системно и грамотно излагает его, осуществляет полное и правильное выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций, способен ответить на дополнительные вопросы.	75-100	<i>Отлично</i>
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций с не принципиальными ошибками.	50-74	<i>Хорошо</i>
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при	25-49	<i>Удовлетворительно</i>

выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.		
Студент не освоил основное содержание изучаемого материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	<25	Неудовлетворительно

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки уровня достижения компетенций в соответствии с индикаторами

1. Установить связь состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера и структуры материалов (рисунок 1, 2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 1), пояснить основные методы модификации полимерных материалов по характеру протекающих процессов, по этапности осуществления, по направленности влияния на свойства, по глубине протекания, по стадии осуществления. (рисунок 3). Разработать и обосновать технологию модификации материала при изготовлении изделия из металлических и (или) композиционных материалов (рисунок 4).

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Установить связь состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера и структуры материалов (рисунок 1, 2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 1), пояснить основные методы модификации полимерных материалов по характеру протекающих процессов, по этапности осуществления, по направленности влияния на свойства, по глубине протекания, по стадии осуществления. (рисунок 3). Разработать и обосновать технологию модификации материала при изготовлении изделия из металлических и (или) композиционных материалов (рисунок 4).

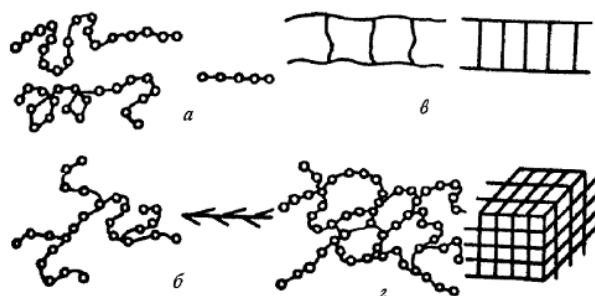


Рис. 1. Различные типы структур полимеров: а – линейная; б – линейно-разветвленная; в – лестничная; г – пространственная

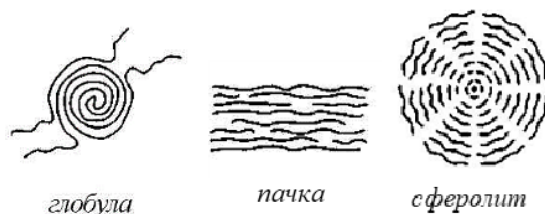


Рис. 2. Элементы надмолекулярной структуры полимеров



Рисунок 3 Классификация методов модификации полимерных материалов

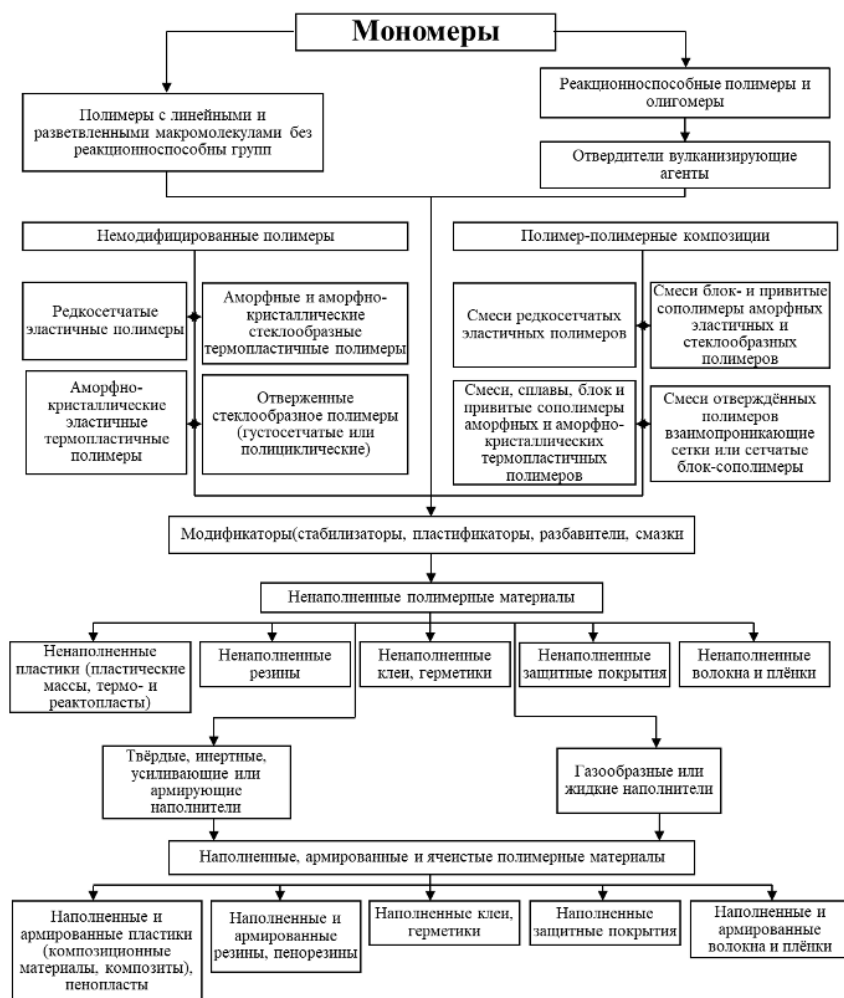


Рис. 4. Общая классификация полимеров и полимерных композиций, используемых в качестве важнейших типов полимерных материалов

Таблица 1. Свойства проектируемых материалов

1. Абляционные свойства (теплозащитные)
2. Абразивная стойкость
3. Атмосферостойкость,
4. Водостойкость,
5. Высокая адгезия
6. Высокая прочность на растяжение (до температуры 232 °C).
7. Высокая удельная прочность и жёсткость,
8. Электроизоляционные свойства
9. Износостойкость,
10. Кавитационная стойкость
11. Коррозионная стойкость
12. Малая усадка при отверждении,
13. Механическая устойчивость,
14. Отсутствие летучих продуктов отверждения
15. Прочность
16. Радиопрозрачность,
17. Размерная стабильность
18. Температура эксплуатации: без наполнителя – до 250 - 300 °C, с наполнителями до 400 - 450 °C.
19. Стойкость к действию топлива
20. Теплостойкость
21. Термическая стабильность,
22. Ударопрочность
23. Ударопрочность при низких температурах
24. Химическая стойкость

2. Установить связь состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера и структуру материалов в целом (рисунок 1, 2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Установить связь состава полимера, режимов структурообразования на морфологию полимера и структуру материалов в целом (рисунок 1, 2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Обосновать свой выбор.

Органические полимеры, составляющие наиболее обширную группу соединений, состоят из атомов углерода, водорода, кислорода, азота, серы и галогенов. Элементоорганические соединения содержат в составе основной цепи, кроме перечисленных, атомы кремния, титана, алюминия и других элементов, сочетающихся с органическими радикалами. В природе таких соединений нет. Это чисто синтетические полимеры. Их характерными представителями являются кремнийорганические соединения, основная цепь которых построена из атомов кремния и кислорода. Неорганические полимеры (силикатное стекло, керамика, слюда, асбест и др.) не содержат атомов углерода. Основой их являются оксиды кремния, алюминия, магния и др.

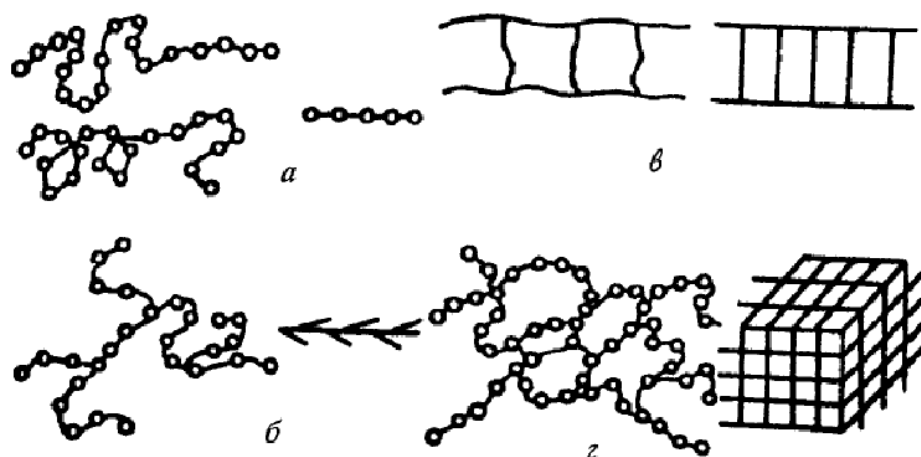


Рис. 1. Различные типы структур полимеров: а – линейная; б – линейно-разветвленная; в – лестничная; г – пространственная

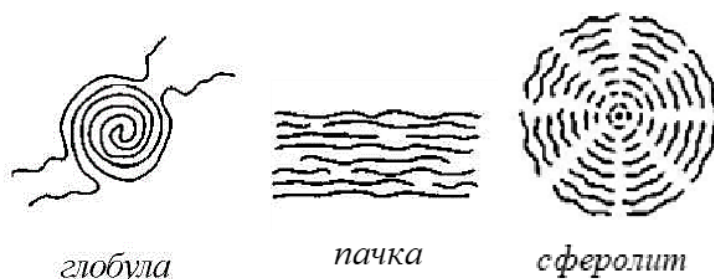


Рис. 2. Элементы надмолекулярной структуры полимеров

Таблица 1

Свойства полимеров	
1.	Большая жесткость
2.	Высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера;
3.	Малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров
4.	Неплавкость
5.	Нерастворимость
6.	Повышенная теплостойкость
7.	Растворение полимера происходит через стадию набухания
8.	Способность макромолекул к ориентации под действием направленного механического

поля

9. Способность при охлаждении вновь затвердевать
10. Способность размягчаться при нагреве
11. Способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента
12. Твердость
13. Упругость
14. Эластичность

3. Установить связь методов модификации полимерных материалов (таблица 1) при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов (таблица 2). Обосновать свой выбор.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Установить связь методов модификации полимерных материалов (таблица 1) при прогнозировании и оптимизации технологических процессов и свойств материалов (таблица 2). Обосновать свой выбор.

Таблица 1 Основные способы модификации полимерных материалов

Физическая	Химико-физическая
1.структурообразование	1. функционализация
2.наполнение	2. прививка
3.смешение	3. окисление
4.напыление	4. сшивка
5. обработка плазмой	5. радиационное облучение
6. отжиг	6. химическая обработка поверхности
7. пластификация	7. УФ-облучение
	8. взаимодействие с аномальными звеньями

Таблица 2

1. Направленное изменение физических свойств полимеров путем преобразования их надмолекулярной структуры при различных физических воздействиях без изменения химического строения макромолекул.
2. Модификация полимеров обусловлена большим разнообразием химических составов и структур макромолекул и основана на возможности осуществления многих химических превращений. а) Полимераналогичные превращения, б) Внутри - и межмолекулярная циклизация линейных полимеров, в) Блоксополимеризация, г) Привитая сополимеризация, д) Поперечное соединение линейных макромолекул (сшивание), е) Варьирование молекулярной массы в процессе синтеза линейных макромолекул.
3. Введение в состав полимеров различных целевых добавок в виде наполнителей, пластификаторов, стабилизаторов, антипиренов, красителей. Оптимальное соотношение модифицирующих добавок обеспечивает необходимые технологические, эксплуатационные и специальные свойства полимерных материалов как на основе термопластичных, так и терморезистивных полимеров.

4. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах. Установление связи состава, структуры и свойств армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности. Спроектировать волокнистый композиционный материал для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов на основе модифицированных волокон со свойствами, указанными в таблице 2. Оценить эффективность методов модификации поверхности армирующих волокон.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах.

Установление связи состава, структуры и свойств армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности. Спроектировать волокнистый композиционный материал для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов на основе модифицированных волокон со свойствами, указанными в таблице 2. Оценить эффективность методов модификации поверхности армирующих волокон.

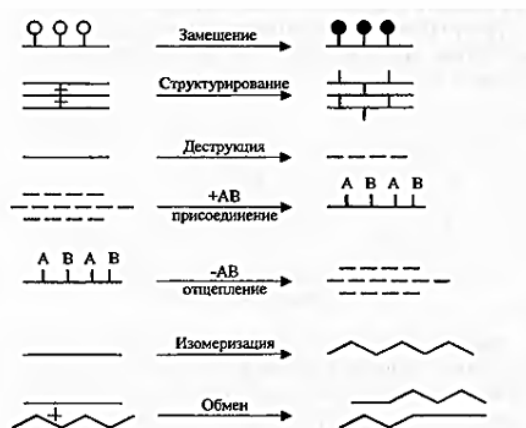


Рис. 1. Изменение структуры макромолекул в результате проведения реакций



Рис.2. Классификация методов модификации полимерных материалов

Таблица 1

№ варианта	Наполнитель	Физико-механические свойства		
		Предел прочности при растяжении. σ^+ , МПа	Модуль упругости при растяжении. Е, ГПа	Предельная деформация при растяжении. ϵ , %
1.	Стекланные волокна (магнийалюмосиликатные)	4585	85,5	4,8

2.	Арамидные волокна марки "Армос"	5500	142	4,5
3.	Арамидные волокна марки "СВМ"	4200	135	4
4.	Арамидные волокна марки "Терлон"	3100	150	3,5
5.	Арамидные волокна марки "Кевлар-29"	2920	77	3,6
6.	Арамидные волокна марки "Кевлар-129"	3200	85	3,6
7.	Углеродные волокна марки "ВМН-4"	1430	250	0,6
8.	Углеродные волокна марки "Кулон"	2000	600	0,4
9.	Углеродные волокна марки "Урал-15"	1700	80	2,1
10.	Углеродные волокна марки "Торнел-800"	5460	273	2,0

Таблица 2 Свойства ВКМ

1.	Большая жесткость
2.	Высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера;
3.	Малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров
4.	Неплавкость
5.	Нерастворимость
6.	Повышенная теплостойкость
7.	Растворение полимера происходит через стадию набухания
8.	Способность макромолекул к ориентации под действием направленного механического поля
9.	Способность при охлаждении вновь затвердевать
10.	Способность размягчаться при нагреве
11.	Способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента
12.	Твердость
13.	Упругость
14.	Эластичность

Таблица 3 Условия работы изделия

№ варианта	Условия работы изделия
1.	Одноосное растягивающее напряжение: высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	Одноосное сжатие. нормальная температура (+26). нормальная влажность
4.	Одноосное сжатие, высокая температура (+300). нормальная влажность
5.	Кручение. нормальная температура, нормальная влажность
6.	Кручение. низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	Изгиб. высокая температура (+300). нормальная влажность
8.	Изгиб. низкая температура (-30); нормальная влажность
9.	Двухосное растяжение. нормальная температура, нормальная влажность
10.	Двухосное растяжение, высокая температура (+300). нормальная влажность

5. Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах.

Установление связи состава, структуры и свойств стеклянных армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Оценить влияние замасливателей на технологическую переработку стекловолокна и его свойства. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных стеклянных волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации стеклянных волокон.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Модификация поверхности армирующих волокон в композиционных материалах.
 Установление связи состава, структуры и свойств стеклянных армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Оценить влияние замасливателей на технологическую переработку стекловолокна и его свойства. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных стеклянных волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации стеклянных волокон.

Табл. 1. – ТИПИЧНЫЙ СОСТАВ ОСНОВНЫХ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ СТЕКОЛ, % по массе

Компоненты стекла	Марка стекла				
	А Высокощелочное	С Химически стойкое	Е Электроизоляционное	S Высокопрочное	Кварцевое
SiO ₂	70,5	64,0	53,0	64,2	99,95
Al ₂ O ₃	3,1	5,5	15,0	24,8	—
Fe ₂ O ₃	0,2	1,0	0,1	0,21	—
CaO	8,7	12,0	17,0	0,01	—
MgO	3,1	2,0	4,0	10,27	—
Na ₂ O	12,0	9,5	0,3	0,27	—
B ₂ O ₃	—	2,0	10,0	0,01	—
BaO	—	2,0	—	0,2	—
Прочие	2,4	2,0	0,6	0,03	0,05

Табл. 2. – НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА СТЕКЛЯННЫХ ВОЛОКОН

Показатель	Марка исходного стекла				
	А	С	Е	S	Кварцевое
Плотн., кг/м ³	2500	2490	2540	2480	2210
Предел прочности при растяжении (при 22 °С), ГПа	3,0	3,0	3,5	4,6	6,0
Модуль упругости при растяжении (при 22 °С), ГПа	74	69	72	86	75
Кэф. линейного расширения β, (β · 10 ⁻⁶); К ⁻¹	8,6	7,2	5,0	5,6	0,55
Кэф. теплопроводности, Вт/(м · К)	—	—	10,4	—	14,2
Уд. теплоемкость, кДж/(кг · К)	—	0,89	0,83	0,74	0,90
Объемное электрич. сопротивление (при 22 °С), Ом · м	10 ¹⁵	—	10 ¹⁷	10 ¹⁸	10 ²¹
T _{размягч.} , °С	730	750	840	—	1670
n _D ²⁰	—	—	1,5	1,4	1,5
Диэлектрич. постоянная (при 22 °С и частоте 1 МГц)	6,9	7,0	6,3	5,1	4,2



Рис.1. Классификация методов модификации полимерных материалов

Таблица 3 Свойства ВКМ

1.	Большая жесткость
2.	Высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера;
3.	Малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров
4.	Неплавкость
5.	Нерастворимость
6.	Повышенная теплостойкость
7.	Растворение полимера происходит через стадию набухания
8.	Способность макромолекул к ориентации под действием направленного механического поля
9.	Способность при охлаждении вновь затвердевать
10.	Способность размягчаться при нагреве
11.	Способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента
12.	Твердость
13.	Упругость
14.	Эластичность

Таблица 4 Условия работы изделия

№ варианта	Условия работы изделия
1.	Одноосное растягивающее напряжение: высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	Одноосное сжатие. нормальная температура (+26). нормальная влажность
4.	Одноосное сжатие, высокая температура (+300). нормальная влажность
5.	Кручение. нормальная температура, нормальная влажность
6.	Кручение. низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	Изгиб. высокая температура (+300). нормальная влажность
8.	Изгиб. низкая температура (-30); нормальная влажность
9.	Двухосное растяжение. нормальная температура, нормальная влажность
10.	Двухосное растяжение, высокая температура (+300). нормальная влажность

6. Установление связи свойств органических армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных органических волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации органических волокон.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Установление связи свойств органических армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных органических волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации органических волокон.

Таблица 1 Механические свойства органических арамидных волокон

Страна, марка волокна	Плот- ность $\rho \cdot 10^{-3}$, кг·м ⁻³	Диаметр d_f , мкм	Модуль упругости E	Средняя прочность на базе 10 мм σ_f	Предельная деформация ε_{*} , %
			ГПа		
СССР					
ВНИИВЛОН	1,43	15	110—130	2,1—2,6	3—5
СВМ	1,43	15	125—135	3,8—4,2	3—4
Терлон	1,45	—	130—160	3,3—3,6	2,7—3,5
США					
Кевлар	1,45		60	2,7	4,5
Кевлар-29	1,45		60—70	2,8—3,3	4,5
Кевлар-49	1,45		130—140	3,6—3,8	2,7—3,5
Голландия					
Аренка	1,45		130—150	3,3—3,6	2,7—3,5



Рис.1. Классификация методов модификации полимерных материалов

Таблица 2 Свойства ВКМ

1. Большая жесткость
2. Высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера;
3. Малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров

4. Неплавкость
5. Нерастворимость
6. Повышенная теплостойкость
7. Растворение полимера происходит через стадию набухания
8. Способность макромолекул к ориентации под действием направленного механического поля
9. Способность при охлаждении вновь затвердевать
10. Способность размягчаться при нагреве
11. Способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента
12. Твердость
13. Упругость
14. Эластичность

Таблица 3 Условия работы изделия

№ варианта	Условия работы изделия
1.	Одноосное растягивающее напряжение: высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	Одноосное сжатие. нормальная температура (+26). нормальная влажность
4.	Одноосное сжатие, высокая температура (+300). нормальная влажность
5.	Кручение. нормальная температура, нормальная влажность
6.	Кручение. низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	Изгиб. высокая температура (+300). нормальная влажность
8.	Изгиб. низкая температура (-30); нормальная влажность
9.	Двухосное растяжение. нормальная температура, нормальная влажность
10.	Двухосное растяжение, высокая температура (+300). нормальная влажность

7. Установление связи свойств углеродных армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных углеродных волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации углеродных волокон. Объяснить особенности взаимодействия полимерных связующих с модифицированной поверхностью углеродных волокон.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия
ПК-3 Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	ПК-3.1 Разрабатывает и обосновывает технологию изготовления изделия из металлических и (или) композиционных материалов

Установление связи свойств углеродных армирующих волокон с физико-механическими и эксплуатационными свойствами после проведения технологической стадии модификации их поверхности таблице 1. Спроектировать волокнистый композиционный материал на основе модифицированных углеродных волокон для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в таблице 3. Разработать технологию изготовления изделий из композиционных материалов, включающую стадию модификации углеродных волокон. Объяснить особенности взаимодействия полимерных связующих с модифицированной поверхностью углеродных волокон.

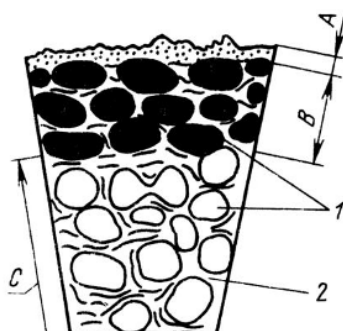


Рис. 1. Структура углеродного волокна: А — поверхностный слой; В — высокоориентированная зона; С — низкоориентированная зона; 1 — микрофибриллы; 2 — аморфный углерод

Таблица 1 Механические свойства углеродных арамидных волокон

Страна, марка	Плотность $\rho \cdot 10^{-3}$ кг·м ⁻³	Диаметр d_f , мм	Модуль упругости E	Средняя прочность на базе 10 мм $\bar{\sigma}_*$	Предельная деформация ϵ_*, ϵ_0
				ГПа	
СССР					
ВМН-3	1,71	7,0	250	1,43	0,6
ВМН-4	1,71	6,0	270	2,21	0,8
ВЭН-210	—	9,9	343	1,47	0,4
Кулон	1,90	—	400—600	2,0	0,4
ЛУ-2	1,70	—	230	2,0—2,5	1,0
ЛУ-3	1,70	—	250	2,5—3,0	1,1
ЛУ-4	1,70	—	250	3,0—3,5	1,3
Урал-15	1,5—1,6	—	70—80	1,5—1,7	2,1
Урал-24	1,7—1,8	—	150—200	1,7—2,0	1,1
Элур	1,6	—	150	2,0	1,3
США					
Торнел-300	1,77	7,0	238	3,15	1,3
Торнел-500	1,80	7,0	245	3,78	1,5
Торнел-600	1,80	7,0	245	4,20	1,7
Торнел-700	1,80	6,0	259	4,62	1,8
Торнел-800	1,80	6,0	273	5,46	2,0
Торнел-40	1,80	6,0	280	5,74	2,0
Магнамит AS3	1,80	8,0	190	2,70	1,4
Магнамит AS4	1,80	7,0	245	4,10	1,6—1,7
Магнамит AS6	1,80	5,5	252	4,47	1,65—1,80
Магнамит HMS	1,80	8,0	245—390	2,30	0,6—0,9
Магнамит JM6	1,74	5,4	280	4,44	1,5—1,6
Магнамит JM7X	1,77	5,3	308	5,60	1,6—1,8
Целион 12K	1,77	7,0	238	4,20	1,7
Целион G40	1,77	5,0	280	5,60	2,0
Целион G50	—	—	358	2,48	0,7
Целион ST	1,77	7,0	235	4,34	1,8
Целион G4-70	—	—	530	1,90	0,38
Фортафил 5T	—	—	270	2,76	1,0
Фортафил GC-5	—	—	331	1,76	1,0
Хитекс 33	1,8	7,0	238	3,50	1,5
Хитекс 42 HS	1,8	5,9	297	4,90	1,65
Хитекс 46 HS	1,8	5,0	322	5,60	1,7
Япония					
Карболом-L	1,95	6,0	380	2,42	0,6
Тормолон-S	—	—	414	1,79	0,4
Бесфайт HT	—	7,0	240	3,30	1,3
Бесфайт HM-4S	—	6,4	450	1,80	0,35
Бесфайт T-FT	—	—	240	4,40	1,8
Торейка T-300	1,76	8,4	235	3,53	1,5



Рис.2. Классификация методов модификации полимерных материалов

Таблица 2 Свойства ВКМ

1.	Большая жесткость
2.	Высокая вязкость раствора при малой концентрации полимера;
3.	Малая хрупкость стеклообразных и кристаллических полимеров
4.	Неплавкость
5.	Нерастворимость
6.	Повышенная теплостойкость
7.	Растворение полимера происходит через стадию набухания
8.	Способность макромолекул к ориентации под действием направленного механического поля
9.	Способность при охлаждении вновь затвердевать
10.	Способность размягчаться при нагреве
11.	Способность резко изменять свои физико-механические свойства под действием малых количеств реагента
12.	Твердость
13.	Упругость
14.	Эластичность

Таблица 3 Условия работы изделия

№ варианта	Условия работы изделия
1.	Одноосное растягивающее напряжение: высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	Одноосное сжатие. нормальная температура (+26). нормальная влажность
4.	Одноосное сжатие, высокая температура (+300). нормальная влажность
5.	Кручение. нормальная температура, нормальная влажность
6.	Кручение. низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	Изгиб. высокая температура (+300). нормальная влажность
8.	Изгиб. низкая температура (-30); нормальная влажность
9.	Двухосное растяжение. нормальная температура, нормальная влажность
10.	Двухосное растяжение, высокая температура (+300). нормальная влажность

4. Файл и/или БТЗ с полным комплектом оценочных материалов прилагается.