

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Неметаллические и полимерные материалы»

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	Курсовая работа; экзамен	Контролирующие материалы для защиты курсовой работы; комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Курсовая работа; экзамен	Контролирующие материалы для защиты курсовой работы; 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 «Неметаллические и полимерные материалы».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Неметаллические и полимерные материалы» 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	<i>Неудовлетворительно</i>

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

1. Установить связь состава и структуры материалов на основе полимеров (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

Установить связь состава и структуры материалов на основе полимеров (рисунок 1, 2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Обосновать свой выбор.

Свойства полимеров определяются: природой мономера, молекулярной массой полимера, структурой полимера (кристаллический полимер или аморфный полимер), температурой нагрева. Полимеры могут находиться в трёх физических состояниях: стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем.

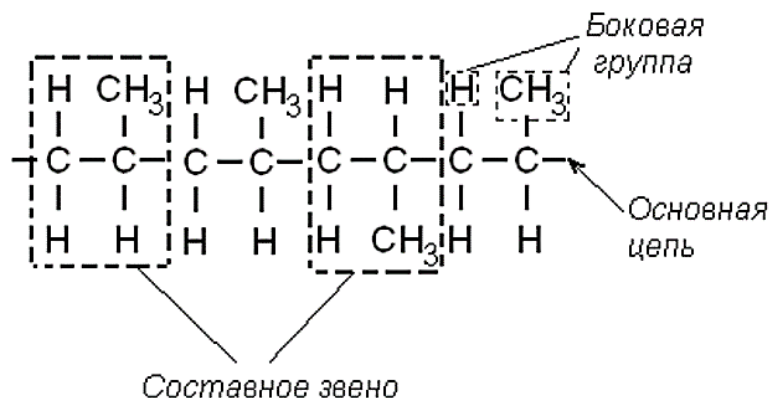


Рис. 1. Схема строения линейной макромолекулы полимера

По составу все полимеры делятся на органические, элементоорганические и неорганические.

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.

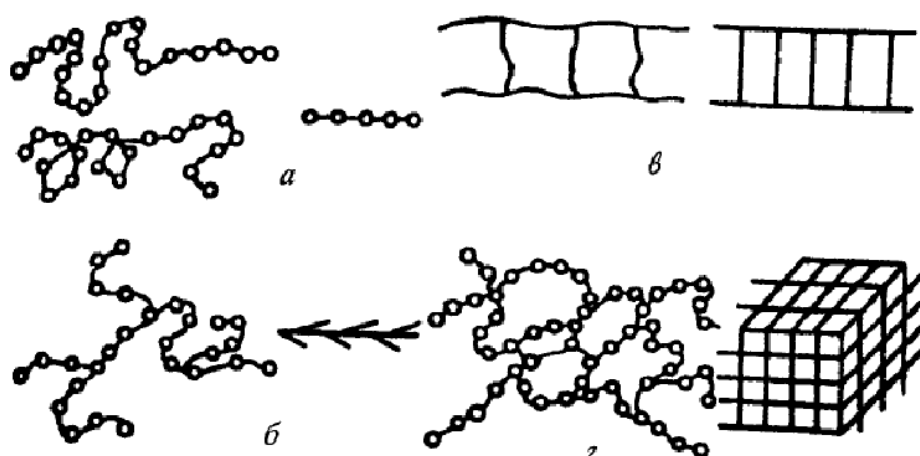


Рис. 2. Различные типы структур полимеров: а – линейная; б – линейно-разветвленная; в – лестничная; г – пространственная

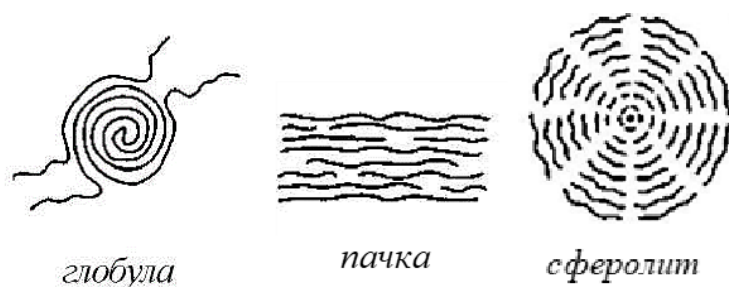


Рис. 3. Элементы надмолекулярной структуры полимеров

Таблица 1

	Структура полимеров	Свойства полимеров
1.	Гибкие макромолекулы	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
2.	Лестничные полимеры	
3.	Редкосетчатые (сетчатые) полимеры	
4.	Густосетчатые (пространственные) полимеры	

2.Спроектировать материал (таблица 1, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс (таблица 2). Перечисленные изделия могут быть узлом, элементом более сложной конструкции, так и самостоятельным изделием.

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-2.2 Способен проектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия

Спроектировать материал (таблица 1, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс (таблица 2). Перечисленные изделия могут быть узлом, элементом более сложной конструкции, так и самостоятельным изделием.

Таблица 1

Материал	Плотность, кг/м ³	Рабочая температура, °C		$\sigma_{\text{в}}$, МПа при растяжении	Модуль упругости, МПа	δ ,% на разрыв	Ударная вязкость, КДж/м ²
		min	max				
Полиэтилен ПЭВД	913–29	-70	105	10–17	120–260	15–20	Не ломается
Полиэтилен ПЭНД	949–53	-70	125	18–35	650–750	10–12	2–150
Полистирол	1050–080	-20	90	35	2700	1,5	16–20
Фторопласт4	215–2240	-269	250	14–35	470–850	250–500	10–100
Поливинилхлорид	1400	-40	80	40–120	2600–3000	5–100	75–80
Полиметилакрид	1200	-60	60	63–100	2900–4160	2,5–20	8–18

Таблица 2. Технология

Выдвухное формование
Ротационное формование
Центробежное формование
Экструзия
Каландрование
Литье под давлением
Пневмовакuum-формование

Таблица 3. – Изделия на основе термопластичных полимеров

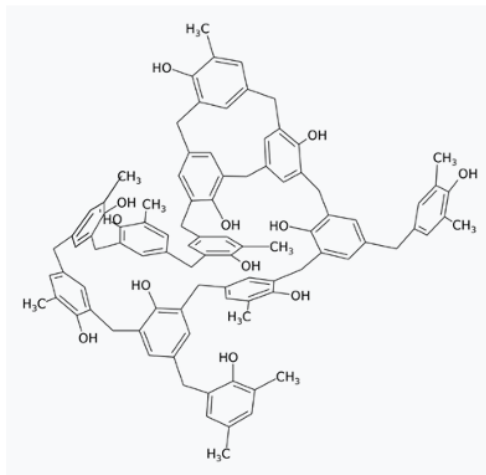
1.	Бутылки для уксуса (05-1 л)
2.	Вытянутая пленка
3.	Изоляция и покрытия проволоки
4.	Изоляция проволоки
5.	Изоляция проволоки и кабеля
6.	Канистры (3-8 л)
7.	Лейки (3-8 л)
8.	Ленты
9.	Листы
10.	Пленки
11.	Плиты
12.	Профили
13.	Трубы
14.	Флаконы для косметики (0,05-0,1 л)
15.	Фляга для ополаскивателей (1-4 л)
16.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
17.	Широкогорлые бочки (60-200 л)
18.	Шланги
19.	Щетина

3. Установить связь состава и структуры материалов на основе реактопластичных полимеров (рисунок 1-5) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Спроектировать материал (таблица 2, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные

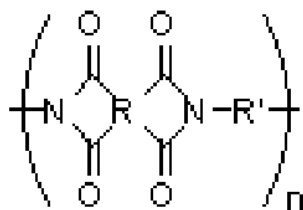
методы изготовления деталей из пластмасс.

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

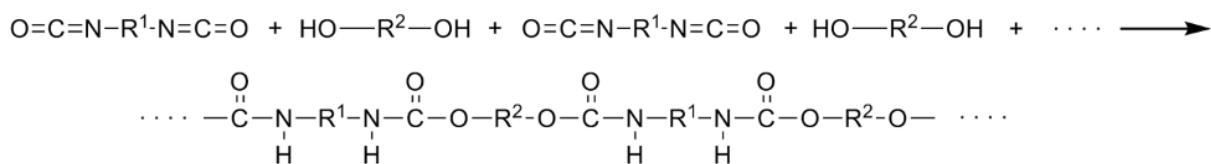
Установить связь состава и структуры материалов на основе реактопластичных полимеров (рисунок 1-5) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами полимеров (таблица 1). Спроектировать материал (таблица 2, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс.



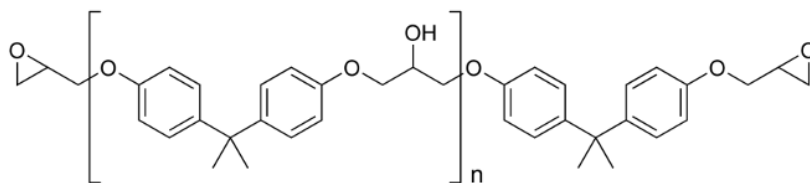
Молекулярная структура бакелита Фенолформальдегидная смола



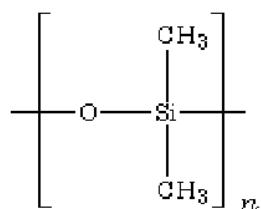
Структурная формула полиимидов на основе тетракарбоновых кислот



Образование полиуретанового полимера путём реакции между диизоцианатом и полиолом



Структура эпоксидной смолы



Полидиметил-силоксан

Таблица 2.Свойства

- В зависимости от исходных веществ, применяемых при получении полиуретанов, они могут обладать различными свойствами, быть твердыми, эластичными и даже термореактивными
- Механическая устойчивость, прочность
- Коррозионная устойчивость
- Высокие электроизоляционные свойства
- Отличная растворимость в алифатических и ароматических углеводородах, хлорсодержащих растворителях и кетонах. Растворимы в водных растворах щелочей и полярных растворителях, после отверждения превращаются в густосшитые полимеры аморфной микрогетерогенной структуры.
- Физико-механические показатели, износо-химстойкость, беспыльность, высокая адгезия
- Малая усадка, химическая стойкость
- Атмосферостойкость, химическая стойкость, прочность, теплостойкость
- Радиопрозрачность, высокие диэлектрические показатели, малая усадка при отверждении, отсутствие летучих продуктов отверждения
- Прочность, кавитационная стойкость
- Водо-, химическая, абразивная стойкость
- Ударопрочность при низких температурах
- Прочность, твёрдость, износостойкость, размерная стабильность
- Теплостойкость, высокая адгезия к подложкам и наполнителям, функциональные и антифрикционные свойства
- Химическая стойкость, ударопрочность
- Высокая удельная прочность и жёсткость, радиопрозрачность, абляционные свойства (теплозащитные)
- Стойкость к действию топлива
- Без наполнителя – температура эксплуатации до 250 - 300 °С,
- С наполнителями до 400 - 450 °С.
- Термическая стабильность,
- Хорошая химическая стойкость,
- Высокая прочность на растяжение (до температуры 232 °С).
- Химическая стойкость

Пластмассы с порошковым наполнителем.

Наполнители: древесную муку, молотые кварц, асбест, слюду, графит.

Имеют невысокие механические свойства, водостойки, химически стойки, обладают повышенными электроизоляционными показателями, устойчивы к влажному тропическому климату.

Пластмассы на основе резольных и наволокных смол с асбестовым или слюдяным наполнителем.

Жаростойки и влагостойки. Маркируются эти пластмассы буквой К – номером связующей смолы, и цифрой, соответствующей наполнителю: целлюлоза – 1, древесная мука – 2, слюдяная мука – 3, плавиковый шпат – 4, молотый кварц – 5, асбест – 6. Например, К220-2-3 резольная смола № 220, древесная (2) и слюдяная (3) мука.

Пресс-порошки делятся на три группы:

1 – для ненагруженных деталей, 2 – для деталей электротехнического назначения, 3 – специального назначения (влаго- и теплостойкие, грибостойкие, повышенной прочности).

Пластмассы с волокнистым наполнителем.

Наполнители: хлопковые очесы (волокнит) Вл, асбестовые нити (асбоволокнит) К6, КФ3, стеклянное волокно – стекловолокнит (АГ-4В, АГ-4С).

Эти материалы обладают большей, чем порошковые пластмассы, ударной вязкостью и прочностью при растяжении.

Асболокниты.

Наполнитель – асбест, связующее – формальдегидная смола. Применяют для фрикционных дисков, колодок тормозов.

Стекловолокниты.

Наполнитель – стекловолокно, связующее – синтетическая смола.

Применяют для деталей любой конфигурации, работающих в диапазоне температур -60 ° до 200 °С. Волокниты применяют также для деталей общего технического назначения: силовые детали (шкивы, моховики, втулки), электроизоляторы.

Слоистые пластмассы (текстолиты).

Наполнитель – листы различных материалов, уложенные слоями. Они придают материалу пластичность но формируют анизотропию свойств. Связующим являются различные смолы. Материал выпускают в виде заготовок, труб, листов, из которых делают различные детали.

Текстолит.

Наполнитель – хлопчатобумажная ткань, связующее.

Таблица 2. Термореактивные пластмассы

Материал	Плотность, кг/м ³	Рабочая температура, °С		$\sigma_{\text{в}}$, МПа при растяжении	Модуль упругости, МПа	δ , % на разрыв	Ударная вязкость, КДж/м ²
		min	max				
Фенолформальдегидная смола	1254	240	260	11	1720	0,65	5-25
Полиамиды	1350-1480	-240	+315	83	2860	6,8	60-120
Полиуретаны	1210	-70	120	50-60	1250-1300	~10	50
Эпоксидные смолы	~1200	250	300	~80	3000-4500	5-100	20 (ангидридный отвердитель)
Кремнийорганические смолы	1200	-60	+250 (550)	63-100	2900-4160	2,5-20	8-18

Таблица 3. Основные виды эпоксидных материалов

Полимербетоны, компаунды, клеи
Покрывания (лакокрасочные, порошковые, водно-дисперсионные)
Связующие для стекло- и углепластиков
Компаунды, связующие для армированных пластиков, покрытия, прессматериалы, пенопласты
Связующие для стеклопластиков
Покрывания из жидких ЛКМ и порошков
Синтактические пенопласты
Компаунды, Лакокрасочные материалы, Клеи
Полимербетоны
Связующие для армированных пластиков
Прессматериалы и порошки
Связующее для армированных стекло-и органоластиков
Покрывания защитные

4. Установить связь состава и структуры материалов на основе резины (задание 1) с физико-химическими и технологическими свойствами изделий (таблица 1-4). Спроектировать материал (задание 2) (таблица 2, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия (задание 3) из неметаллических материалов на основе светоозоностойких резин (таблица 5-6).

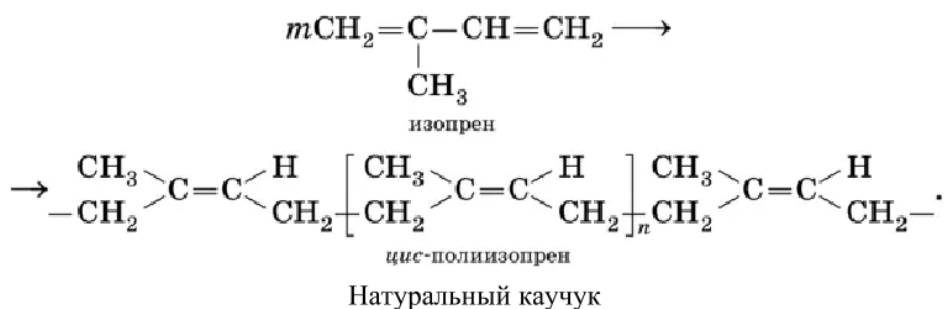
Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать металлические, неметаллические и композиционные материалы для деталей машин, приборов и инструментов на основе знаний о взаимосвязи структуры и свойств материалов	ПК-2.1 Устанавливает связь состава и структуры материалов с их физико-механическими,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

технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	технологии изготовления изделий из металлических и (или) композиционных материалов
---	--

Приложение 4

Установить связь состава и структуры материалов на основе резины (задание 1) с физико-химическими и технологическими свойствами изделий (таблица 1-4). Спроектировать материал (задание 2) (таблица 2, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия (задание 3) из неметаллических материалов на основе светоозоностойких резин (таблица 5-6).

Задание 1. Установить связь состава и структуры материалов на основе резины (рисунок 1-5) с физико-химическими и технологическими свойствами изделий



Макромолекулы - скрученные, извилистые, спиралеобразные. n -1000

Химические свойства синтетических каучуков

Химические свойства синтетических каучуков определяются:

- содержанием и положением двойных связей
- природой и положением заместителей (боковых групп)
- прочностью связей в основной цепи и типом боковых групп.

Ненасыщенные синтетические каучуки

- присоединяют: водород, галогены, тиолы, карбоновые и тиокислоты, нитрозосоединения,
- эпоксируются надкислотами,
- циклизуются под действием кислот,
- сшиваются: серой, пероксидами, малеиновым ангидридом, динитрозосоединениями.
- характерны реакции присоединения.

Окисление под действием O₂ и O₃ ускоряется под действием света и нагревания и вызывает деструкцию и структурирование (сшивание). Для защиты от окисления в них вводят антиоксиданты

Физические свойства каучуков

- Высокая эластичность (обратимо растягивается до 90% первоначальной длины)
- Устойчивость к истиранию и износу
- Водо- и газонепроницаемость
- Лёгкость и прочность
- Диэлектрики
- Растворяется в органических растворителях

Задание 2. Спроектировать материал (таблица 2, 3), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия

1. Резины общего назначения
2. Маслостойкие резины
3. Теплостойкие резины
4. Светоостойкие резины
5. Износостойкие резины
6. Электротехнические резины

Таблица 1. Основные типы синтетических каучуков:

Тип каучука	Марка	Плотность, 10^{-3} кг/м ³	Средняя молекулярная масса, тыс. а.е.м.	Температура стеклования
Бутадиен-нитрильный	СН-18	0,943	200-300	-55
	СН-26	0,962		-41
	СН-40	0,968		-22
Бутадиеновый	СКД	0,90-0,92	450-800	-105
Этиленпропиленовый	СКЭП	0,85-0,87	80-250	-58
	СКЭПТ			
Бутилкаучук	БК	0,92	300-700	-69
Силоксановый	СКТ	0,96-0,98	350-800	-123
	СКТН	0,92-1,23	20-80	
Фторкаучук	СКФ-26	1,85	100-250	-18
	СКФ-32	1,82	1000	-18
Хлорпреновый	Наирит	1,20-1,25	100-200	-40
Хлорсульфированный полиэтилен	ХСПЭ	1,12-1,28	20-40	-60
Полисульфидный		1,37	200-500	-43
Уретановый	СКУ	1,21-1,25	20-30	-35

Таблица 2. Вулканизирующие вещества

1.	Альтакс
2.	Дитиодиморфолин
3.	Каптакс
4.	Нитросоединения
5.	Оксиды магния
6.	Оксиды цинка
7.	Пероксиды
8.	Селен
9.	Сера
10.	Тиурам
11.	Уротропин

Таблица 3. Наполнители

Активные наполнители	Инертные наполнители
Диоксид кремния	Диатомит
Органические наполнители	Мел
Сажа.	Пемза
Минеральные наполнители	Перлит
Силикаты металлов	Тальк
Технический углерод	

Таблица 4. Пластификаторы (смягчители)

Синтетические эфирные пластификаторы	Продукты нефтепереработки	Жирные кислоты и их эфиры, продукты	Продукты растительного происхождения	Парафинонафтеновые масла
Дибутилфталат - ДБФ	Битумы	Стеариновая кислота $C_{17}H_{35}COOH$	Сосновая смола	Вазелин технический
Диоктилфталат - ДОФ	Мазуты	Олеиновая кислота $C_{17}H_{33}COOH$	Канифоль	Стабилол-18
Трикрезилфосфат - ТКФ)	Нефтеполимерные смолы	Синтетические жирные кислоты - СЖК		Стабилпласт-64
Хлорпарафины	Нефтяные масла			
Жидкие каучуки	Нефтяные парафины			
	Хлорпарафины			

Задание 3. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов на основе светоозоностойких резин.

Технология изготовления изделий из резиновых смесей состоит из ряда операций, выполняемых в определенной последовательности:

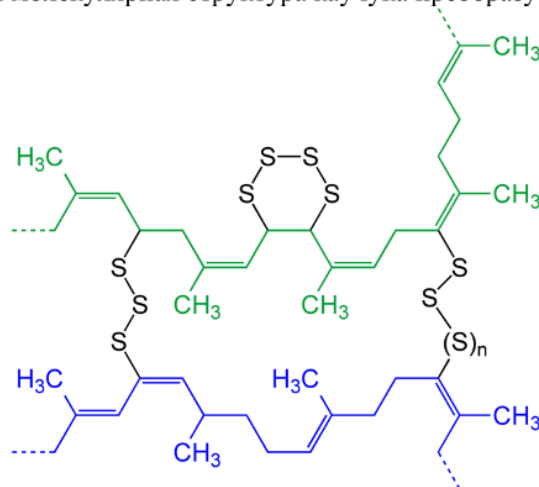
1. Нарезание каучука на куски и его пластификация путем многократного пропускания через нагретые до 40–50 °С валки с целью улучшения смешиваемости с другими ингредиентами.

2. Смешивание каучука с другими компонентами в строго определенной последовательности: сначала вводят противостарители, затем – вулканизаторы. Смешивание проводят в резиномесительных или вальцовочных машинах.

3. Каландрование резиновой смеси с целью получения сырой резины путем пропускания ее через трехбайтовую клеть листопркатного стана-каландра. Валки стана имеют разную температуру: верхний – 90 °С, нижний – 15 °С. Резиновая масса нагревается и под действием валков превращается в лист или ленту.

4. Изготовление изделий из сырой резины методами прессования в специальных пресс-формах под давлением 5–10 МПа или литьем под давлением путем заполнения формы предварительно разогретой сырой резиной.

5. Вулканизация – формирование физико-механических свойств изделия. Горячая вулканизация на вулканизационных машинах при температуре 130–150 °С (нагретый пар, горячая вода и т.д.). При вулканизации имеет место химическое взаимодействие каучука и вулканизаторов, в результате чего линейная молекулярная структура каучука преобразуется в сетчатую.



Вулканизация полиизопрена (натурального каучука) серой.

Таблица 5. Перечень каучуков, используемых при изготовлении светоозоностойких резин

Каучук	Свойства
Фторсодержащие каучуки (СКФ)	Каучуки отличаются повышенной стойкостью к тепловому старению, атмосферному воздействию, сильным окислителям, маслам, растворителям, высоким температурам (до 300° С). Они не горят и устойчивы к действиям микроорганизмов. Вместе с тем эти каучуки обнаруживают низкую морозостойкость (-25° С), низкую эластичность и малую стойкость в большинстве тормозных жидкостей.
Этиленпропиленовый (СКЭП)	СКЭП - сополимер этилена с пропиленом - представляет собой белую каучукообразную массу, которая обладает высокой прочностью и эластичностью, очень устойчива к тепловому старению, имеет хорошие диэлектрические свойства. Кроме СКЭП выпускают тройные сополимеры СКЭПТ.
Фторкаучук+ этиленпропилен	Резины на основе фторкаучуков и этиленпропилена стойки к действию сильных окислителей (HNO ₃ , H ₂ O ₂ и др.), не разрушаются при работе в атмосферных условиях в течение нескольких лет.
Хлорсульфополиэтиленовый каучук ХСПЭ	Резины на основе хлорсульфополиэтиленового каучука ХСПЭ применяют как конструкционный материал (противокоррозионные, не обрастающие в морской воде водорослями и микроорганизмами покрытия), для защиты от гамма-излучения.
Бутилкаучук (БК)	(БК) получают совместной полимеризацией изобутилена с небольшим количеством изопрена (2-3%). В бутилкаучуке мало ненасыщенных связей, вследствие чего он обладает стойкостью к кислороду, озону и другим химическим реагентам. Каучук обладает высоким сопротивлением истиранию и высокими диэлектрическими свойствами. Бутилкаучук - химически стойкий материал.

Таблица 5. Изделия

1.	Уплотнители люков, дверей, иллюминаторов на судах
2.	Гибкие шланги
3.	Покрышки (шинное производство)

5. Установить связь состава и структуры материалов на основе стекла (рисунок 1-2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4). Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (таблица 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 и структуры материалов на основе стекла (рисунок 1-2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4). Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (таблица 4)

Задание 1. Установить связь состава и структуры материалов на основе стекла (рисунок 1-2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1).

Неорганическое стекло – это однородное аморфное вещество, получаемое при затвердевании расплава оксидов. Оно не имеет определенной точки плавления или затвердевания и при охлаждении переходит из расплавленного, жидкого состояния в высоковязкое состояние, а затем в твердое, сохраняя при этом неупорядоченность и неоднородность внутреннего строения.

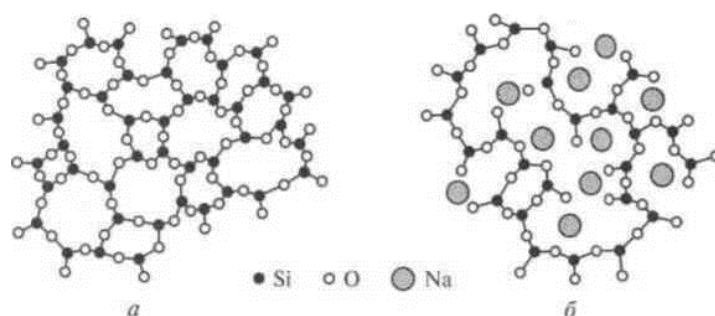


Рис. 1. Схема непрерывной структурной сетки стекла: а - кварцевого; б - натрийсиликатного



Рис. 2. Схема кристаллизации стекла при образовании ситаллов с помощью нуклеаторов

Таблица 1

1.	По составу стекла	1. стеклообразующие – оксиды кремния, бора, фосфора, германия, мышьяка 2. модифицирующие – оксиды щелочных (Na, K) и щелочноземельных (Ca, Mg, Ba) металлов 3. промежуточные – оксиды алюминия, свинца, титана, железа
2.	По технологическим добавкам	осветлители - (сульфат натрия, плавиковый шпат); обесцвечиватели; глушители
3.	По оптическим свойствам	прозрачное, окрашенное, бесцветное, рассеивающее свет стекла
4.	По потребительским свойствам:	прозрачность, высокая стойкость к атмосферным воздействиям, водо- и воздухонепроницаемость, термостойкость.
5.	По классификации неорганических стекол	по виду стеклообразующего вещества, виду модификаторов, технологии изготовления и назначению
6.	По виду стеклообразующего вещества	силикатные (SiO_2), алюмосиликатные ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$), боросиликатные ($\text{B}_2\text{O}_3\text{--SiO}_2$), алюмоборосиликатные ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{--B}_2\text{O}_5\text{--SiO}_2$), алюмофосфатные ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{--P}_2\text{O}_5$), халькогенидные ($\text{As}_{31}\text{Ge}_{30}\text{Se}_{21}\text{Te}_{180}$), галогенидные.
7.	По виду модификаторов	щелочные, бесщелочные кварцевые неорганические стекла.
8.	По технологии изготовления	выдувание, литье, штамповка, вытягивание в листы, трубки, волокна.
9.	По назначению	техническое, строительное бытовое (стеклотара, посудное, бытовое).
10.	По области применения	электротехническое, транспортное; оптическое, светотехническое, термостойкое, тугоплавкое, легкоплавкое, химико-лабораторное

Таблица 2. Основные свойства стекла

Плотность, кг/м ³ для стекол с оксидами свинца	2200 - 6500 до 8000
Промышленные стекла	
Температуры для промышленных стекол, °С: стеклования размягчения	425-600 600-800
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К);	0,7-15
Температурный коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹ для кварцевых стекол для строительных стекол	5,6- 10 ⁷ 9,0- 10 ⁸
Предел прочности, МПа $\sigma_{сж}$ $\sigma_{раст}$ $\sigma_{изг}$	500-2000 30-90 50-150
Стекла бесщелочного состава и кварцевые	
Модуль сдвига, МПа	2-3·10 ⁴
Модуль Юнга, МПа	7-7,5·10 ⁴
Коэффициент Пуассона	0,184-0,26;
Твердость по Моосу, ед.	5-7
Ударная вязкость, кДж/м ²	1,5-2,5
Удельное электросопротивление, Ом·см	10 ¹² ·10 ¹⁸
Диэлектрическая проницаемость	3,5-16
Полупроводниковые свойства	
Химическая стойкость	
Высокие оптические свойства	
Ситаллы	
Плотность, кг/м ³ ;	2400-2950
Температура размягчения, °С	1250-1350
Низкая теплопроводность, Вт/(м·К)	2-7
Температурный коэффициент линейного расширения, °С ⁻¹	7-300·10 ⁻⁷
Предел прочности, МПа $\sigma_{сж}$ $\sigma_{в}$ $\sigma_{изг}$	7-2000 112-160 7-350
Модуль Юнга, ГПа	84-141
Хрупкость (при ударной вязкости, кДж/м ²)	4,5-10,5
Микротвердость, МПа	7000- 10500
Высокая износостойкость	
Термостойкость, °С	200-700 до 1100
Диэлектрические свойства	
Химическая стойкость	
Газонепроницаемость и нулевое водопоглощение	

Свойства неорганических стекол изотропны.

Задание 2. Спроектировать стеклокристаллический материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4).

Задание 3. Разработать и обосновывать технологию изготовления изделий из ситалла (таблица 4)

Ситаллы (стеклокристаллические материалы) – искусственный материал на основе неорганического стекла, получаемый путем полной или частично управляемой кристаллизации в них.

В состав ситаллов входят:

- оксиды – Li₂O, Al₂O₃, SiO₂, MgO, CaO и др.;
- нуклеаторы (катализаторы кристаллизации) - соли светочувствительных металлов -

Аи, Ag, Си, являющиеся коллоидными красителями и присутствующие в стекле в виде тонкодисперсных частиц;

- глушители (плохо растворимые частицы) - фтористые и фосфатные соединения, TiO_2 .

Детали из ситаллов соединяют друг с другом и другими материалами с помощью стеклокристаллического цемента с последующей термической обработкой при 400-600°C, клеев и замазок на основе эпоксидной смолы и жидкого стекла, металлизацией с последующей пайкой.

Ситаллы классифицируют в зависимости:

- от способа производства,
- от характера исходных материалов,
- по назначению.

Способы получения ситалловых изделий

1. плавление стекольной шихты специального состава,
2. охлаждение расплава до пластического состояния,
3. формование методами стекольной или керамической технологии (вытягивание, выдувание, прокатка, прессование),
4. ситаллизация,
5. порошковый метод спекания.

Таблица 4. Перечень готовых изделий, заготовок и отдельных деталей

Машиностроение	Химическое машиностроение	Радио- и электротехнические ситаллы	Фототехнические ситаллы
подшипники детали двигателей трубы жаростойкие покрытия лопасти компрессоров точные калибры металлорежущих станков метрологические меры длины фильеры для вытягивания синтетического волокна абразивы для шлифования	пары трения плунжеров и химических насосов реакторы мешалки запорные клапаны.	подложки оболочки плато сетчатые экраны антенны обтекателей жаростойкие покрытия для защиты металлов от действия высоких температур	сетчатые экраны телевизоров дорожные знаки зеркала телескопов замена фотоэмульсий диапозитивов, на шкалах приборов

6. Установить связь состава и структуры материалов на основе керамики (пункт 1-3) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4). Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (таблица 4-6)

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 и структуры материалов на основе керамики (пункт 1-3) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1). Спроектировать материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4). Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (таблица 4-6)

Задание 1. Установить связь состава и структуры материалов на основе керамики (рисунок 1-2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами изделий (таблица 1).

1. Классификация керамики по химическому составу

1. Оксидная керамика. Данные материалы состоят из чистых оксидов Al_2O_3 , SiO_2 , ZrO_2 , MgO , CaO , BeO , ThO_2 , TiO_2 , UO_2 , оксидов редкоземельных металлов, их механических смесей ($ZrO_2-Al_2O_3$ и др.), твердых растворов ($ZrO_2-Y_2O_3$, ZrO_2-MgO и др.), химических соединений (муллит $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ и др.)

2. Безоксидная керамика. Этот класс составляют материалы на основе карбидов, нитридов, боридов, силицидов, фосфидов, арсенидов и халькогенидов (кроме оксидов) переходных металлов и неметаллов III–VI групп периодической системы.

2. Структура керамики

Кристаллическая фаза - химические соединения, твердые растворы, фазы внедрения.

Аморфная фаза - стеклообразующий оксид SiO_2 .

Закрытые поры – не сообщающиеся с окружающей средой.

Открытые поры – сообщающиеся с окружающей средой.

3. Классификация керамики по назначению

1. Строительная керамика: стеновая, фасадная, керамика для изделий для подземных коммуникаций, керамические заполнители.

2. Тонкая керамика: фарфор и фаянс.

3. Химически стойкая керамика.

4. Огнеупоры: кремнеземистые, алюмосиликатные, магнезиальные.

5. Техническая керамика: конструкционная керамика, инструментальная керамика, электрорадиотехническая керамика, керамика с особыми свойствами.

Таблица 1 Физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства керамики

Плотность керамического кирпича	Теплоемкость
Пустотелость	Теплопроводность
Теплопроводность керамического кирпича	Температуропроводность
Влагопоглощение	Термическое расширение
Паропроницаемость	Диэлектрическая проницаемость
Морозостойкость	Температурный коэффициент диэлектрической проницаемости
Огнестойкость	Удельное объемное и поверхностное сопротивление
Звукоизоляция	Диэлектрические потери
Экологичность керамики	Электрическая прочность или пробивная напряженность
Кратковременная прочность при температуре службы	Температура деформации под нагрузкой
Ползучесть	

Задание 2. Спроектировать строительный керамический материал, удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия (таблица 2-4).

1. По назначению строительные керамические материалы делят:

1. Кирпич обыкновенный,
2. камни пустотелые и пористые,
3. крупные блоки,
4. стеновые панели из кирпича и камней.

Таблица 2 Основные свойства керамических кирпичей

Плотность сплошного кирпича, кг/м ³	1600-1900
Теплопроводность сплошного кирпича, Вт/(м·°С)	0,7-0,82
По плотности и теплотехническим свойствам керамические кирпичи делят на три группы:	
Плотность, кг/м ³ эффективные условно-эффективные обыкновенный кирпич	не более 1400-1450 1450-1600 свыше 1600
Водопоглощение кирпича марки выше 150 другие марки	не менее 6% не менее 8%
Усадка, мм/м	0,03 – 0,1
Паропроницаемость, Мг/(м·ч·Па).	0,14 – 0,17
Объемный вес, кг/куб.м: кирпич полнотелый кирпич пустотелый	1600 – 1900 1100 – 1450
Огнестойкость, час	10
Звукоизоляция	СНиП 23-03-2003
Предел прочности на сжатие определяет марку - 250, 300 и т.д., МПа	9,8 – 29,4
Морозостойкость, цикл	50 – 100
Пустотелые камни, балки и панели из пустотелых камней	
Камни для армокерамических балок, плотность не более, кг/м ³	1300
Камни для часторебристых перекрытий плотностью не более, кг/м ³	1000
Камни для накатов плотностью до, кг/м ³	1000
Стоимость, руб./шт. полнотелый кирпич, пустотелый кирпич лицевой кирпич	6 – 8 7 – 9 18 – 25
Максимальная этажность строения	не ограничена

Таблица 3. Изделия из керамического кирпича

Изделия для кладки стен зданий
Сборные стеновые панели
Изделия для кладки печей и дымовых труб
Пустотелые камни
Балки из пустотелых камней
Панели из пустотелых камней

Задание 3. Разработать и обосновать технологию изготовления керамики на основе Al_2O_3 (таблица 4-6)

Общая схема технологии традиционной керамики



Основа керамики на основе Al_2O_3 - двойные или тройные силикаты или алюмосиликаты системы $\text{MgO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$. Таких соединений в этой системе четыре:

1. $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ – муллит,
2. $\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ – клиноэнстатит,
3. $2\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2$ – форстерит,
4. $\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$ – кордиерит.

Таблица 4. Формование корундовых изделий

1.	Литье из водных суспензий
2.	Литье под давлением
3.	Одноосное статическое прессование
4.	Гидростатическое прессование
5.	Горячее прессование

Таблица 5. Свойства корундовой керамики

Плотность, кг/м^3	3960
Температура плавления, $^{\circ}\text{C}$	2050
Коэффициент теплопроводности, $\text{Вт/м} \cdot \text{град}$	30,14 (100°C) 12,4 (400°C) 6,4 (1000°C)
Удельное электросопротивление, $\text{Ом} \cdot \text{м}$	$3 \cdot 10^{12}$ (100°C) $9 \cdot 10^{-2}$ (1300°C)
ЛКТР, $\alpha \cdot 10^6 \text{ град}^{-1}$	8 ($20\text{-}1400^{\circ}\text{C}$)
Модуль упругости, ГПа	374 (20°C) 315 (1000°C) 147 (1500°C)
Предел прочности при изгибе, МПа	до 650 (20°C) 50 (1500°C)
Микротвердость, НВ	до 26 (20°C)

Таблица 6. Изделия из керамики на основе силикатов и алюмосиликатов

1.	Втулка
2.	Режущие вставки
3.	Форсунки
4.	Фильтры

7. Установить связь состава и структуры материалов на основе древесины (таблица 1-2, пункт 2) с физико-механическими и технологическими свойствами изделий (таблица 3). Спроектировать материал (пункт 3, таблица 4, 5), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (пункт 3-4, таблица 4, 5).

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 и структуры материалов на основе древесины (таблица 1-2, пункт 2) с физико-механическими и технологическими свойствами изделий (таблица 3). Спроектировать материал (пункт 3, таблица 4, 5), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из неметаллических материалов (пункт 3-4, таблица 4, 5).

Задание 1. Установить связь состава и структуры материалов на основе древесины (таблица 1-2, пункт 2) с физико-механическими и технологическими свойствами изделий (таблица 3).

1. Химический состав древесины зависит от анатомического строения древесины, от породы древесины деревьев.

Таблица 1. Химический состав древесины

Углеводы:	целлюлоза и гемицеллюлоза, крахмал, пектиновые вещества, холоцеллюлоза
Фенольные вещества:	фенолы и их метиловые производные, содержащихся в лигнине – 30 %
Высшие жирные кислоты:	глицериновые эфиры жирных кислот ~ 1 - %
Белки:	проламины, глютелины, протеины ~ 1 %
Минеральные вещества,	золы ~ 0,5 %

Таблица 2. Химический состав древесины различных пород

Порода	Зола, %	Целлюлоза, %	Лигнин, %	Пентозаны, %
Ель	0,2	52,5	28,0	10,0
Сосна	0,2	52,0	28,0	11,2
Кедр	0,11	52,5	30,0	5,3
Пихта	0,7	51,0	30,0	5,3
Лиственница	1,0	45,8	29,5	9,3
Береза	0,35	45,8	21,0	22,0
Осина	0,26	47,2	21,3	22,8
Дуб	0,27	37,1	22,5	22,8

2. Строение древесины

Растущее дерево состоит из трех частей: корни, ствол, крона.

Корни.

Ствол : кора, древесина, сердцевина.

Кора состоит из двух частей: наружной корки внутренней - луб

Крона

Таблица 3. Физико-механические, технологические и эксплуатационные свойства древесины

Механические	Физические	Звуковые	Электрические
Прочность	Внешний вид (текстура, блеск, окраска),	Акустическое сопротивление,	Диэлектрические свойства,
Твёрдость	Гигроскопичность	Звукопроводность	Электропроводность,
Деформативность	Плотность		Электрическая прочность
Ударная вязкость	Влажность		
Износостойкость	Усушка		
Упругость	Коробление		
Эксплуатационные характеристики	Водопоглощение		
Способность удерживать крепления	Теплопроводность		
Технологические характеристики			

Задание 2. Спроектировать материал (пункт 3, таблица 4, 5), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия.

3. Основные эксплуатационные показатели:

1. Твёрдость - показатель срока службы верхнего слоя древесины. Чем выше твёрдость, тем медленнее идёт износ. Одним из показателей твёрдости является шкала Янка.
2. Стабильность и уровень усадки - показывает совместимость различных пород древесины при совместном использовании (в паркете, инкрустациях и т. п.). Также показывает пригодность их использования в различных климатических условиях.
3. Степень окисления - показывает изменение цвета древесины под воздействием света. Чем выше степень, тем больше темнеет древесина.
4. Выразительность текстуры - влияет на зрительное восприятие человеком. При большей контрастности создаётся больший возбуждающий эффект.
5. Стойкость к нагрузкам - способность древесины выдерживать те или иные нагрузки.

1. Древесно-волоконистые плиты и пластики
2. Древесно-слоистый пластик (ДСП)

Таблица 4. Свойства ДСП

Плотность, кг/м ³	1300
Предел прочности при сжатии, МПа	100-180
Предел прочности при растяжении, МПа	140-280
Предел прочности при изгибе, МПа	150-280
Прочность при скалывании по шву, МПа	11-15
Ударная вязкость, кДж/м ²	25-80
Твердость по Бринеллю, НВ	250
Водопоглощение за 24 ч, %	5-15
Электрическая прочность поперек слоев, МВ/м	26-32
Электрическая прочность вдоль слоев, МВ/м	3-13

Задание 3. Разработать и обосновать технологию изготовления изделия из ДСП.

4. Технологический процесс изготовления.

Получают последовательно пропиткой шпона толщиной 0,3 - 0,8 мм лиственных пород древесины (обычно березы) фенолоформальдегидной смолой или крезолоформальдегидной смолой в открытых ваннах или автоклавах (0,4 - 0,8 МПа), сушкой при ступенчатом нагревании до 90 °С, сборкой полученных препрегов в пакеты и прессованием их на этажных прессах (до 20 МПа, 150 °С) и обрезкой в размер.

Таблица 5. Изделия из ДСП

1.	Лопасты и винты вертолетов
2.	Для изготовления подшипников гребных валов
3.	Настил полов в автобусах, троллейбусах, трамваях, направляющие эскалаторов метрополитена
4.	Для изготовления изоляторов, деталей трансформаторов высокого напряжения, выпрямителей (заменяет стеклопластик, текстолит и гетинакс)
5.	Вкладыши подшипников скольжения
6.	Для изготовления деталей машин текстильной промышленности
7.	Для изготовления затворов гидротехнических сооружений
8.	Для изготовления пуленепробиваемых дверей, банковского оборудования
9.	Закрытые и открытые металло-полимерные зубчатые передачи
10.	Зубчатые колеса
11.	Как самосмазывающийся антифрикционный материал, материал в качестве ползунов лесопильных рам и других аналогичных деталей
12.	Криогенная и космическая техника
13.	Узлы трения

8.Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Неметаллические и полимерные материалы», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса: • выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных; • решение задач.

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

Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из неметаллических и полимерных материалов, выбрать соответствующее оборудование, оснастку, наполнитель и связующее. Обосновать свой выбор.

Для защиты курсового проекта необходимо представить пояснительную записку, оформленную по стандарту предприятия СК ОПД 01-142 -2019, чертежи или плакаты, доклад 8-10 мин., презентацию к докладу. Ответить на вопросы комиссии.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа по дисциплине «Неметаллические и полимерные материалы», направленная на развитие интеллектуальных умений, общекультурных и профессиональных компетенций, развитие творческого мышления у студентов, включает в себя следующие виды работ по основным проблемам курса:

- выполнение расчетных работ, обработка и анализ данных;
- решение задач.

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