

ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Композиционные материалы с дисперсным наполнением»

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	Комплект контролирующих материалов для зачета
ПК-3: Способен разрабатывать технологии и технологическое оборудование для производства изделий из металлических, неметаллических и композиционных материалов	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачета

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 «Композиционные материалы с дисперсным наполнением».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Композиционные материалы с дисперсным наполнением» используется 100-балльная шкала.

Критерий	Оценка по 100-балльной шкале	Оценка по традиционной шкале
Студент освоил изучаемый материал, выполняет задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций, может допускать отдельные ошибки.	25-100	<i>Зачтено</i>
Студент не освоил основное содержание изученного материала, задания в соответствии с индикаторами достижения компетенций не выполнены или выполнены неверно.	0-24	<i>Не зачтено</i>

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

1. Использование основных характеристик дисперсных наполнителей в исследованиях и моделировании свойств композиционных материалов, физических и химических процессах, протекающих в материалах при их получении.

Установить связь гранулометрического состава и формы наполнителя (таблица 1,2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами композита (таблица 3). 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 гранулометрического состава и формы наполнителя (таблица 1,2) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами композита (таблица 3). Обосновать свой выбор.

Таблица 1 – Вид композита и размеры наполнителя

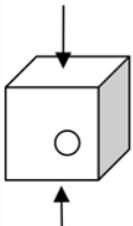
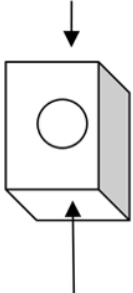
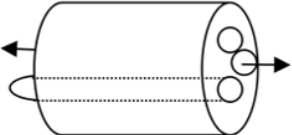
Композиты с дисперсными частицами	Микроскопические частицы, $d_p=0,01-0,1$ мкм	
	Мелкие частицы, $d_p=1-50$ мкм	
Волокнистые композиты		

Таблица 2 – Форма частиц наполнителя

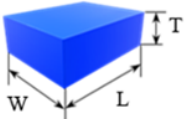
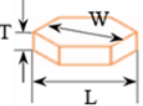
Класс частиц	Сфера	Куб	Параллелепипед	Чешуйка	Волокно
Идеализированная форма частиц					
Описание формы частиц	Сферическая	Кубическая, призматическая, ромбоэдрическая	Брусчатая, призматическая, нерегулярная, пинакондальная	Пластиноччатая, чешуйчатая	Игольчатая, вытянутая, волокнистая
Относительные размеры частиц					
длина L	1	~1	1,4–4,0	1	1
ширина W	1	~1	1,0	<1	<0,1
высота T	1	~1	1–<1	0,01-0,25	<0,1
Седиментационный диаметр	1	ДЭС	ДЭС	ДЭС	ДЭС
Эквивалентная площадь поверхности частиц	1	1,24	1,25-1,5	1,5-9,9	0,1–1,87 0,05-2,3

Таблица 3 – Характеристика

1.	Роль матричной фазы
2.	Роль дисперсной фазы
3.	Армирующие фактор
4.	Прочность
5.	Зависимость между напряжением и деформацией
6.	Вид материала
7.	Характеристика границ
8.	Способы получения
9.	Высокотемпературная характеристика

2. Установить связь состава и структуры дисперсных наполнителей (таблица 1-3) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами материалов на основе термопластичных полимеров (таблица 4). Спроектировать материал (таблица 6), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс (таблица 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

Установить связь состава и структуры дисперсных наполнителей (таблица 1-3) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами материалов на основе термопластичных полимеров (таблица 4). Спроектировать материал (таблица 6), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс (таблица 5).

Таблица 1

Наполнитель	Химическая формула	Плотность, кг/м ³	pH водной вытяжки	Твердость по Моосу	Температура, °C	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Коэффициент термического расширения $\times 10^{-4}$, 1/°C	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом.м	Форма частиц
Каолин	$Al_2(Si_2O_5)_2(OH)_4$	2600	4,5	1	1000 (T _p)	-	-	0,53	107-1012	пластинчатая
Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	2788	8,1-9,6	1	1500 (T _п)	3,5	0,4	0,4	1,6-109	чешуйчатая
Слюда (мусковит)	$KAl_2[Al-Si_3O_{10}](OH)_2$	2834	7,5	2,5-3,5	1290 (T _p)	0,25	0,25-0,35	1,95	1016	то же
Мел	$CaCO_3$	2600-2900	9,2	3	920 (T _p)	6-9	0,28-3	0,4	108-1014	зернистая
Кварц (стекло)	SiO_2	2248	6-7,5	7-7,5	1600 (T _п)	6,7-8,0	0,07-0,15	0,045	1016	то же
Барит	$BaSO_4$	4480	6,5-7,0	3-3,5	1143 (T _p)	5,9-6,1	0,25-0,32	1,8	4,5	то же
Аэросил	SiO_2	2350	4	4-6	1400 (T _п)	6,5	0,15	0,1	1010	то же
Асбест (хризотилловый)	$Mg_6(Si_4O_{10})_2(OH)_8$	2100-2800	2,5	-	1110 (T _п)	16	-	0,8	-	волокнистая
Белая сажа	$SiO_2 \cdot H_2O$	2100-2200	8-10	-	1200 (T _п)	4,5-5,5	0,3	0,4	1012	зернистая
Технический углерод марки ПМ-15	C	1820	8,5	3	1000 (применение)	-	0,35	0,8	101	то же
Литопон	$ZnS(30\%) + BaSO_4(70\%)$	2500-3500	-	3-4	1200 (T _p)	5,5	0,35	1,8	-	пластинчатая
Гидроксид алюминия	$Al(OH)_3$	2420	7	6-7	420 (T _p)	-	-	6,2	105-1012	зернистая
Рутил	TiO_2	4200-4300	6-7	6,7-7,2	1980 (T _п)	29	0,28	0,78	4-102	то же
Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2317	8	2	550 (T _p)	1,4	0,22-0,34	2,42	108-1014	то же
Корунд	Al_2O_3	3900-4000	6-7	9	2050 (T _п)	37-52	0,13-0,2	0,6	4-1015	то же

Таблица 2

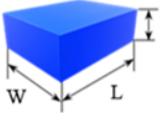
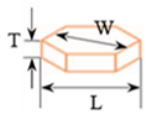
Класс частиц	Сфера	Куб	Параллелепипед	Чешуйка	Волокно
Идеализированная форма частиц					
Описание формы частиц	Сферическая	Кубическая, призматическая, ромбоэдрическая	Брусчатая, призматическая, нерегулярная, пинакондальная	Пластинчатая, чешуйчатая	Игольчатая, вытянутая, волокнистая
Относительные размеры частиц					
длина L	1	~1	1,4-4,0	1	1
ширина W	1	~1	1,0	<1	<0,1
высота T	1	~1	1-1	0,01-0,25	<0,1
Седиментационный диаметр	1	ДЭС	ДЭС	ДЭС	ДЭС
Эквивалентная площадь поверхности частиц	1	1,24	1,25-1,5	1,5-9,9	0,1-1,87 0,05-2,3
Примеры	Стекло сферы, микросферы	Кальцит, полевой шпат	Кальцит, полевой шпат, оксид кремния, оксид бария	Каолин, слюда, тальк, графит, гидроксид	Силикат кальция, древесная мука

Таблица 3

Материал	Плотность, кг/м ³	Рабочая температура, °C		$\sigma_{в}$, 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
Фторопласт ⁴	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 4. 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 устойчивость
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

Таблица 5. Технология

Выдувное формование
Ротационное формование
Центробежное формование
Экструзия
Каландрование
Литье под давлением
Пневмовакуум-формование

Таблица 6. – Изделия на основе термопластичных полимеров

1.	Изоляция и покрытия проволоки
2.	Изоляция проволоки и кабеля
3.	Ленты
4.	Листы
5.	Пленки
6.	Плиты
7.	Профили
8.	Трубы
9.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
10.	Шланги

3. Установить связь состава и структуры дисперсных наполнителей (таблица 1) с

физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами материалов на основе реактопластичных полимеров (таблица 2). Спроектировать материал (таблица 3, 4), 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

Установить связь состава и структуры дисперсных наполнителей (таблица 1) с физико-механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами материалов на основе реактопластичных полимеров (таблица 3). Спроектировать материал (таблица 1, 2, 4), удовлетворяющий требуемым эксплуатационным свойствам изделия, пояснить основные методы изготовления деталей из пластмасс.

Таблица 1. Свойства дисперсных наполнителей (состав и структура)

Наполнитель	Химическая формула	Плотность, кг/м ³	pH водной вытяжки	Твердость по Моосу	Температура, °С	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Коэффициент термического расширения ×10 ⁻⁵ , 1/°С	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом.м	Форма частиц
Каолин	Al ₂ (Si ₂ O ₅) ₂ (OH) ₂	2600	4,5	1	1000 (Т _р)	-	-	0,53	107-1012	пластинчатая
Тальк	Mg ₃ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂	2788	8,1-9,6	1	1500 (Т _м)	3,5	0,4	0,4	1,6-109	чешуйчатая
Слюда (мусковит)	KAl ₂ [Al-Si ₃ O ₁₀](OH,F) ₂	2834	7,5	2,5-3,5	1290 (Т _р)	0,25	0,25-0,35	1,95	1016	то же
Мел	CaCO ₃	2600-2900	9,2	3	920 (Т _р)	6-9	0,28-3	0,4	108-1014	зернистая
Кварц (стекло)	SiO ₂	2248	6-7,5	7-7,5	1600 (Т _м)	6,7-8,0	0,07-0,15	0,045	1016	то же
Барит	BaSO ₄	4480	6,5-7,0	3-3,5	1143 (Т _р)	5,9-6,1	0,25-0,32	1,8	4,5	то же
Аэросил	SiO ₂	2350	4	4-6	1400 (Т _м)	6,5	0,15	0,1	1010	то же
Асбест (хризотилловый)	Mg ₆ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈	2100-2800	2,5	-	1110 (Т _м)	16	-	0,8	-	волокнистая
Белая сажа	SiO ₂ ·H ₂ O	2100-2200	8-10	-	1200 (Т _м)	4,5-5,5	0,3	0,4	1012	зернистая
Технический углерод марки ПМ-15	C	1820	8,5	3	1000 (применение)	-	0,35	0,8	101	то же
Литопон	ZnS(30%)+BaSO ₄ (70%)	2500-3500	-	3-4	1200 (Т _р)	5,5	0,35	1,8	-	пластинчатая
Гидроокись алюминия	Al(OH) ₃	2420	7	6-7	420 (Т _р)	-	-	6,2	105-1012	зернистая
Рупил	TiO ₂	4200-4300	6-7	6,7-7,2	1980 (Т _м)	29	0,28	0,78	4-102	то же
Гипс	CaSO ₄ ·2H ₂ O	2317	8	2	550 (Т _р)	1,4	0,22-0,34	2,42	108-1014	то же
Корунд	Al ₂ O ₃	3900-4000	6-7	9	2050 (Т _м)	37-52	0,13-0,2	0,6	4-1015	то же

Таблица 2. Термореактивные пластмассы

Материал	Плотность, кг/м ³	Рабочая температура, °С		σ _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. 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 °С).
7. Высокая удельная прочность и жёсткость,
8. Электроизоляционные свойства
9. Износостойкость,
10. Кавитационная стойкость
11. Коррозионная устойчивость
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 °С, с наполнителями до 400 - 450 °С.
19. Стойкость к действию топлива
20. Теплостойкость
21. Термическая стабильность,
22. Ударопрочность
23. Ударопрочность при низких температурах
24. Химическая стойкость

Таблица 4. Основные виды эпоксидных материалов

Полимербетоны, компаунды, клеи
Покрытия (лакокрасочные, порошковые, водно-дисперсионные)
Компаунды, связующие для армированных пластиков, покрытия, прессматериалы, пенопласты
Связующие для стеклопластиков
Покрытия из жидких ЛКМ и порошков
Компаунды, Лакокрасочные материалы, Клеи
Полимербетоны
Прессматериалы и порошки
Покрытия защитные
Препреги или премиксы

4.В таблице 1 приложения 4 приведены технологии изготовления изделий из металлических и (или) композиционных материалов, наполненных частицами. Для технологии указанной в варианте 1 определить и сформулировать основные стадии технологического процесса, выбрать и обосновать необходимое оборудование.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

В таблице 1 приложения 4 приведены технологии изготовления изделий из металлических и (или) композиционных материалов, наполненных частицами. Для технологии указанной в варианте 1 определить и сформулировать основные стадии технологического процесса, выбрать и обосновать необходимое оборудование.

Таблица 1. – Технология изготовления изделия на основе композиционных материалов с дисперсным наполнителем

1.	Напыление
2.	Автоклавное формование
3.	Вакуумное формование
4.	Пресскамерное формование
5.	Термокомпрессионное формование
6.	Ротационное формование
7.	Центробежное формование
8.	Экструзия
9.	Каландрование
10.	Литье под давлением
11.	Пневмовакуум-формование

Таблица 2. – Изделия

1.	Изоляция и покрытия проволоки
2.	Изоляция проволоки и кабеля
3.	Мойки
4.	Листы
5.	Пленки
6.	Плиты
7.	Профили
8.	Трубы
9.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
10.	Шланги
11.	Облицовочные панели дверей холодильников,
12.	Мешалки для стиральных машин

5.В таблице 1 приложения 6 приведены различные виды технологий изготовления изделий из металлических и композиционных материалов. Выбрать из данной таблицы технологию изготовления изделия, указанного в варианте 1 таблицы 2 приложения 5. Обосновать свой выбор, предложить типы оборудования для выбранной технологии.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
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

В таблице 1 приложения 6 приведены различные виды технологий изготовления изделий из металлических и композиционных материалов. Выбрать из данной таблицы технологию изготовления изделия, указанного в варианте 1 таблицы 2 приложения 5. Обосновать свой выбор, предложить типы оборудования для выбранной технологии.

Таблица 1. – Технология изготовления изделия на основе композиционных материалов с дисперсным наполнителем

1.	Напыление
2.	Автоклавное формование
3.	Вакуумное формование
4.	Пресскамерное формование
5.	Термокомпрессионное формование
6.	Ротационное формование
7.	Центробежное формование
8.	Экструзия
9.	Каландрование
10.	Литье под давлением
11.	Пневмовакuum-формование

Таблица 2. – Изделия

1.	Изоляция и покрытия проволоки
2.	Изоляция проволоки и кабеля
3.	Мойки
4.	Листы
5.	Пленки
6.	Плиты
7.	Профили
8.	Трубы
9.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
10.	Шланги
11.	Облицовочные панели дверей холодильников,
12.	Мешалки для стиральных машин

6. Даны физико-механические характеристики дисперсного наполнителя и полимерной матрицы (вариант 1 в таблице приложения 6). Спроектировать дисперсно-наполненный композиционный материал из данных компонентов в соответствии с теорией хрупкого разрушения (теория Гриффита).

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

Даны физико-механические характеристики дисперсного наполнителя и полимерной матрицы (вариант 1 в таблице приложения 6). Спроектировать дисперсно-наполненный композиционный материал из данных компонентов в соответствии с теорией хрупкого разрушения (теория Гриффита).

$$G_p = Y \sqrt{2E\gamma_f / \pi \cdot l_0},$$

где l_0 – начальная длина микродефекта, от которого начала расти трещина; γ_f – энергия, поглощаемая в процессе образования единицы новой поверхности при росте трещины (удельная поверхностная энергия разрушения); Y – геометрическая константа, зависящая от формы и размеров образца.

Таблица 1

	Наполнитель	Химическая формула	Плотность, кг/м ³	pH водной вытяжки	Твердость по Моосу	Температура, °C	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Коэффициент термического расширения $\times 10^{-5}$, 1/°C	Удельное объемное электрическое сопротивление, Ом.м	Форма частиц
1.	Каолин	$Al_2(Si_2O_5)_2(OH)_2$	2600	4,5	1	1000 (T_p)	-	-	0,53	107-1012	пластинчатая
2.	Тальк	$Mg_3[Si_4O_{10}](OH)_2$	2788	8,1-9,6	1	1500 (T_{max})	3,5	0,4	0,4	1,6-109	чешуйчатая
3.	Слюда (мусковит)	$KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH,F)_2$	2834	7,5	2,5-3,5	1290 (T_p)	0,25	0,25-0,35	1,95	1016	то же
4.	Мел	$CaCO_3$	2600-2900	9,2	3	920 (T_p)	6-9	0,28-3	0,4	108-1014	зернистая
5.	Кварц (стекло)	SiO_2	2248	6-7,5	7-7,5	1600 (T_{max})	6,7-8,0	0,07-0,15	0,045	1016	то же
6.	Барит	$BaSO_4$	4480	6,5-7,0	3-3,5	1143 (T_p)	5,9-6,1	0,25-0,32	1,8	4,5	то же
7.	Аэросил	SiO_2	2350	4	4-6	1400 (T_{max})	6,5	0,15	0,1	1010	то же
8.	Асбест (хризотилловый)	$Mg_6(Si_4O_{10})_2(OH)_2$	2100-2800	2,5	-	1110 (T_{max})	16	-	0,8	-	волокнистая
9.	Белая сажа	$SiO_2 \cdot H_2O$	2100-2200	8-10	-	1200 (T_{max})	4,5-5,5	0,3	0,4	1012	зернистая
10.	Технический углерод марки ПМ-15	C	1820	8,5	3	1000 (применение)	-	0,35	0,8	101	то же
11.	Литопон	$ZnS(30\%) + BaSO_4(70\%)$	2500-3500	-	3-4	1200 (T_p)	5,5	0,35	1,8	-	пластинчатая
12.	Гидроксид алюминия	$Al(OH)_3$	2420	7	6-7	420 (T_p)	-	-	6,2	105-1012	зернистая
13.	Рутит	TiO_2	4200-4300	6-7	6,7-7,2	1980 (T_{max})	29	0,28	0,78	4-102	то же
14.	Гипс	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2317	8	2	550 (T_p)	1,4	0,22-0,34	2,42	108-1014	то же
15.	Корунд	Al_2O_3	3900-4000	6-7	9	2050 (T_{max})	37-52	0,13-0,2	0,6	4-1015	то же

Таблица 2

№ варианта	Связующее	Физико-механические свойства		
		Коэффициент линейного термического расширения, α , $cm/(cm \cdot ^\circ C) \cdot 10^{-6}$	Модуль упругости при растяжении, Е, ГПа	Разница температур от отверждения до эксплуатации, ΔT , °C
1.	Эпоксидное связующее	50	5	170
2.	Фенолформальдегидное связующее	60	6,8	150
3.	Полиэфирное связующее	90	4,5	130

Таблица 3

	Полимер	Коэффициент линейного термического расширения, α , $cm/(cm \cdot ^\circ C) \cdot 10^{-6}$	Модуль упругости при растяжении, Е, ГПа	Температура переработки °C
1.	Полистирол (обычный полистирол)	6-7	-	170-210
2.	Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)	17-55	0,09-0,01	130-200

3.	Полиэтилен низкого давления (полиэтилен высокой плотности)	17-55	0,55-0,65	140-220
4.	Полипропилен	11-18	0,8-1,18	180-260
5.	Непластифицированный поливинилхлорид (винипласт)	6-8	2,6-3	180-200
6.	Пластифицированный поливинилхлорид (пластикат)	6-8	2,6-3	150-190
7.	Поликарбонат	2-6	2,4	300-340
8.	Полиамид	12-30	1,6-2,4	260-300

7. Даны физико-механические характеристики дисперсного наполнителя и полимерной матрицы (таблица 3-4 приложения 7). Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1), наполненных частицами. Для технологии указанной в таблице 2 определить и сформулировать основные стадии технологического процесса, выбрать и обосновать необходимое оборудование.

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
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

Даны физико-механические характеристики дисперсного наполнителя и полимерной матрицы (таблица 3-4 приложения 7). Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1), наполненных частицами. Для технологии указанной в таблице 2 определить и сформулировать основные стадии технологического процесса, выбрать и обосновать необходимое оборудование.

Таблица 1 – Изделия на основе термопластичных полимеров

1.	Изоляция и покрытия проволоки
2.	Изоляция проволоки
3.	Изоляция проволоки и кабеля
4.	Канистры (3-8 л)
5.	Лейки (3-8 л)
6.	Ленты
7.	Листы
8.	Пленки
9.	Плиты
10.	Профили
11.	Профильные планки
12.	Трубы
13.	Цистерны для жидкого топлива (600-2000 л)
14.	Широкогорлые бочки (60 200 л)
15.	Шланги

Таблица 2 – Технологии переработки термопластов

1.	Выдувное формование
2.	Ротационное формование
3.	Центробежное формование
4.	Экструзия
5.	Каландрование
6.	Литье под давлением
7.	Пневмовакуум-формование

Таблица 3 – Основные свойства дисперсных минеральных наполнителей

Наполнитель	Плотность, кг/м ³	Модуль упругости, ГПа	Коэффициент Пуассона	Температура, °С
Каолин	2600	-	-	1000 (Т _р)
Тальк	2788	3,5	0,4	1500 (Т _{пл})
Слюда	2834	0,25	0,25-0,35	1290 (Т _р)
Мел	2600	6-9	0,8-3	920 (Т _р)
Кварц(стекло)	2248	6,7-8	0,07-0,45	1600 (Т _{пл})
Барит	4480	5,9-6,1	0,25-0,32	1143 (Т _р)
Аэросил	2350	6,5	0,15	1400 (Т _{пл})
Асбест(хризотилловый)	2100-2800	16	-	1110 (Т _{пл})
Белая сажа	2100-2200	4,5-5,5	0,3	1200 (Т _{пл})
Технический углерод	1820	-	0,35	1000 (применение)
Гидроксид алюминия	24200	-	-	420 (Т _р)
Рутил	4200-4300	29	0,28	1980 (Т _{пл})
Гипс	2317	1,4	0,22-0,34	550 (Т _р)
Корунд	3900-4000	37-52	0,13-0,2	2050 (Т _{пл})

Таблица 4 – Свойства термопластичных полимеров

	Полимер	Коэффициент линейного термического расширения, α , $\text{см}/(\text{см}\cdot^{\circ}\text{C})\cdot 10^{-6}$	Модуль упругости при растяжении, Е, ГПа	Температура переработки $^{\circ}\text{C}$
1.	Полистирол (обычный полистирол)	6-7	-	170-210
2.	Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)	17-55	0,09-0,01	130-200
3.	Полиэтилен низкого давления (полиэтилен высокой плотности)	17-55	0,55-0,65	140-220
4.	Полипропилен	11-18	0,8-1,18	180-260
5.	Непластифицированный поливинилхлорид (винипласт)	6-8	2,6-3	180-200
6.	Пластифицированный поливинилхлорид (пластикат)	6-8	2,6-3	150-190
7.	Поликарбонат	2-6	2,4	300-340
8.	Полиамид	12-30	1,6-2,4	260-300

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