ПРИЛОЖЕНИЕ А
ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «Современные методы проектирования изделий из композиционных материалов»

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

Код контролируемой компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ПК-2: Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ПК-3: Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	Экзамен	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 «Современные методы проектирования изделий из композиционных материалов».

При оценивании сформированности компетенций по дисциплине «Современные методы проектирования изделий из композиционных 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	*Отлично*
Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами	50-74	*Хорошо*

достижения компетенций с непринципиальными ошибками.		
Студент демонстрирует освоение только основного материала, при выполнении заданий в соответствии с индикаторами достижения компетенций допускает отдельные ошибки, не способен систематизировать материал и делать выводы.	25-49	*Удовлетворительно*
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.Провести анализ информации по композиционным материалам. Определить требования к свойствам изделий на основе анализа условий эксплуатации. Спроектировать волокнистый композиционный материал для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в варианте 1 приложения 1. Дать рекомендации по составу волокнистого композиционного материала (определить волокнистый наполнитель и матрицу), обосновать выбор структуры материала, выявить влияние на технологические и эксплуатационные свойства изделия.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-2.1 Выбирает методы научного исследования в области материаловедения и технологии материалов
	ПК-2.2 Анализирует результаты научных исследований в области материаловедения и представляет результаты анализа
	ПК-2.3 Использует современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций

Приложение 1

Провести анализ информации по композиционным материалам. Определить требования к свойствам изделий на основе анализа условий эксплуатации. Спроектировать волокнистый композиционный материал для изделия определенного вида, работающего в условиях, указанных в варианте 1 приложения 1. *Дать рекомендации по составу волокнистого композиционного материала (определить волокнистый наполнитель и матрицу), обосновать выбор структуры материала, выявить влияние на технологические и эксплуатационные свойства изделия.*

№ варианта	Вид изделия	Условия работы изделия
1.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное растягивающее напряжение; высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное растягивающее напряжение; нормальная температура (+26); нормальная влажность.
4.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное сжатие, нормальная температура (+26), нормальная влажность
5.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное сжатие, высокая температура (+300), нормальная влажность
6.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Одноосное сжатие, низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Кручение, высокая температура (+300), нормальная влажность
8.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Кручение, нормальная температура, нормальная влажность
9.	стержень с круглой формой поперечного сечения	Кручение, низкая температура (-30); нормальная влажность.
10.	Многослойная пластина	Изгиб, нормальная температура (+26), нормальная влажность
11.	Многослойная пластина	Изгиб, высокая температура (+300), нормальная влажность
12.	Многослойная пластина	Изгиб, низкая температура (-30); нормальная влажность
13.	Многослойная пластина	Двухосное растяжение, нормальная температура, нормальная влажность
14.	Многослойная пластина	Двухосное растяжение, высокая температура (+300), нормальная влажность
15.	Многослойная пластина	Двухосное растяжение, низкая температура (-30); нормальная влажность

2.Провести анализ нормативно-технической документации по композиционным, металлическим и неметаллическим материалам. Определить требования к свойствам изделий на основе анализа экспериментов и условий эксплуатации и применить результаты

исследования для проектирования изделий, обеспечивающие качество изделий и конструкций

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-2.1 Выбирает методы научного исследования в области материаловедения и технологии материалов
	ПК-2.2 Анализирует результаты научных исследований в области материаловедения и представляет результаты анализа
	ПК-2.3 Использует современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций

Приложение 2

Провести анализ нормативно-технической документации по композиционным, металлическим и неметаллическим материалам. Определить требования к свойствам изделий на основе анализа экспериментов и условий эксплуатации и применить результаты исследования для проектирования изделий, обеспечивающие качество изделий и конструкций

№ варианта	Нормативно-техническая документация
1	Проанализируйте ГОСТ 57715-2017 «Композиты полимерные. Определение ударной вязкости по Изоду»
2	Проанализируйте ГОСТ Р 56761-2015 «Композиты полимерные. Метод определения твердости по Баркоду»
3	Проанализируйте ГОСТ 9012-59 «Металлы. Метод измерения твердости по Бринеллю»
4	Проанализируйте ГОСТ «Древесина. слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при растяжении»
5	Проанализируйте ГОСТ 1497-84 «Металлы. Методы испытаний на растяжение»
6	Проанализируйте ГОСТ 55030-2012 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы геосинтетические для дорожного строительства. Метод определения прочности при растяжении»
7	Проанализируйте ГОСТ 270-75 «Резина. Метод определения упругопрочностных свойств при растяжении»
8	Проанализируйте ГОСТ 16118-70 «Пружины винтовые цилиндрические сжатия и растяжения из стали круглого сечения. Технические условия»
9	Проанализируйте ГОСТ 9950-81 «Пластмассы. Метод определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе»
10	Проанализируйте ГОСТ 16483.3-84 (СТ СЭВ 390-76) «Древесина. Метод определения предела прочности при статическом изгибе»
11	Проанализируйте ГОСТ 9625-2013 «Древесина слоистая клееная. Методы определения предела прочности и модуля упругости при статическом изгибе»

Сделайте эскиз образца для испытаний, укажите исходные данные, укажите параметры протокола испытаний при обработке результатов

№ варианта	**Вид изделия и условия работы изделия**
1.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное растягивающее напряжение; высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное растягивающее напряжение; низкая температура (-30); нормальная влажность.
3.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное растягивающее напряжение; нормальная температура (+26); нормальная влажность.
4.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, нормальная температура (+26), нормальная влажность
5.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, высокая температура (+300), нормальная влажность
6.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, низкая температура (-30); нормальная влажность.
7.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, высокая температура (+300), нормальная влажность
8.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, нормальная температура, нормальная влажность
9.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, низкая температура (-30); нормальная влажность.

10.	Многослойная пластина. Изгиб, нормальная температура (+26). нормальная влажность
11.	Многослойная пластина. Изгиб, высокая температура (+300), нормальная влажность
12.	Многослойная пластина. Изгиб, низкая температура (-30); нормальная влажность
13.	Многослойная пластина. Двухосное растяжение, нормальная температура, нормальная влажность
14.	Многослойная пластина. Двухосное растяжение, высокая температура (+300), нормальная влажность
15.	Многослойная пластина. Двухосное растяжение, низкая температура (-30); нормальная влажность
16.	Шахтная крепь. Материал изготовлен из полимерного связующего с волокнистым наполнителем
17.	Декоративная панель. Материал, армирован тканью. В качестве связующего выбрана эпоксидная смола ЭД- 22 и ПЭПА (100:10)
18.	Имеется пруток, его химический состав регламентируется нормами ГОСТ 15527.
19.	Инженерная доска. Шпон уложен слоями друг на друга с расположением волокон перпендикулярно друг другу, количество слоев нечетное
20.	Уплотнитель. Резинотехническое изделие в виде кольца
21.	Инженерная доска. Шпон уложен слоями друг на друга с расположением волокон перпендикулярно друг другу, количество слоев нечетное
22.	Деталь, работающая при повышенных температурах в узле двигателя
23.	Композиционный материал изготовлен посредством полимерного связующего
24.	Деталь интерьера кабины самолета. Предприятие производит изделие из пластмассы

3.Типизация, унификация и стандартизация – методы оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов. Используя современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций оформить полученные результаты в виде конструкторско-технологической карты

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-2.1 Выбирает методы научного исследования в области материаловедения и технологии материалов
	ПК-2.2 Анализирует результаты научных исследований в области материаловедения и представляет результаты анализа
	ПК-2.3 Использует современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций

Приложение 3

Типизация, унификация и стандартизация – методы оценки и прогнозирования свойств материалов и эффективности технологических процессов. Используя современные методы проектирования и исследования материалов для обеспечения качества изделий и конструкций оформить полученные результаты в виде конструкторско-технологической карты

Унификация и стандартизация конструкций изделий

Одним из эффективных направлений, позволяющих повысить качество проектируемых изделий, уменьшить трудоемкость, сократить время конструкторской подготовки, является применение конструкторских решений, базирующихся на принципах унификации и стандартизации.

Конструкторская унификация

Стандартизация

Стандартизация как функция

При стандартизации используется ряд методов, в том числе:

- * нормирование (установление нормы на числовое значение стандартизируемого параметра);
- * параметрирование (установление последовательного ряда числовых значений и параметров);
- * унификация (установление объектов одинаковых назначения и исполнения в целях достижения экономии, обеспечения взаимозаменяемости и создания конструктивно-унифицированных рядов);
- * типизация, (разработка типовых решений);
- * симплификация (сокращение многообразия объектов);
- * агрегатирование (создание разнообразных объектов путем компоновки из ограниченного числа стандартных элементов).

Унификация элементов и деталей.

К числу стандартных относят детали и узлы, требования к которым установлены государственными стандартами.

Унифицированными считают широко используемые детали и узлы, не вошедшие в стандарты. Технологические и эксплуатационные параметры унифицированных деталей и узлов устанавливают на основании анализа ряда аналогичных деталей и узлов, применяемых в различных изделиях при различных узлах одного изделия.

Заимствованными называют детали и узлы, ранее спроектированные как оригинальные для конкретного изделия или узла и применяемые в двух и более изделиях.

№ варианта	Нормативно-техническая документация
1.	ГОСТ 23945.0-80 Унификация изделий. Основные положения (с Изменением N 1)
2.	Р 50.1.071- ГОСТ 2010 Принципы, объекты стандартизации и виды документов в области стандартизации нанотехнологий, наноматериалов и продукции наноиндустрии

№ варианта	**Вид изделия и условия работы изделия**
1.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное растягивающее напряжение; высокая температура (+150); высокая влажность.
2.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, нормальная температура (+26), нормальная влажность
3.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, высокая температура (+300), нормальная влажность
4.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Одноосное сжатие, низкая температура (-30); нормальная влажность.
5.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, высокая температура (+300), нормальная влажность
6.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, нормальная температура, нормальная влажность

7.	Стержень с круглой формой поперечного сечения. Кручение, низкая температура (-30); нормальная влажность.
8.	Многослойная пластина. Изгиб, нормальная температура (+26). нормальная влажность
9.	Многослойная пластина. Изгиб, высокая температура (+300), нормальная влажность
10.	Многослойная пластина. Двухосное растяжение, низкая температура (-30); нормальная влажность
11.	Шахтная крепь. Материал изготовлен из полимерного связующего с волокнистым наполнителем
12.	Декоративная панель. Материал, армирован тканью. В качестве связующего выбрана эпоксидная смола ЭД- 22 и ПЭПА (100:10)
13.	Инженерная доска. Шпон уложен слоями друг на друга с расположением волокон перпендикулярно друг другу, количество слоев нечетное
14.	Уплотнитель. Резинотехническое изделие в виде кольца
15.	Инженерная доска. Шпон уложен слоями друг на друга с расположением волокон перпендикулярно друг другу, количество слоев нечетное
16.	Деталь, работающая при повышенных температурах в узле двигателя
17.	Деталь интерьера кабины самолета. Предприятие производит изделие из пластмассы

4.Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами при производстве препрегов. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов при производстве препрегов и технологии их модификации и упрочнения

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-3 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-3.1 Устанавливает связь состава, структуры и свойств материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-3.2 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных и иных материалов и технологии их модификации и упрочнения

Приложение 4

Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами при производстве препрегов. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов при производстве препрегов и технологии их модификации и упрочнения

Классификация способов и методов получения препрегов

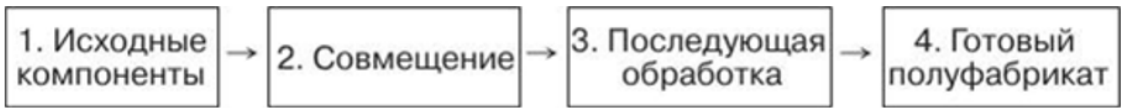
Полуфабрикаты получают в результате совмещения связующего с наполнителем.

При совмещении пропитка может происходить или нет, это зависит от того, в каком состоянии при совмещении находится связующее, в твердом или жидком. Отсюда различают твердо- и жидкофазный способы совмещения связующего с наполнителем.

Пропитка является суммой физических процессов: смачивания, диффузии, фильтрации.

Качество пропитки определяется: полнотой смачивания поверхности наполнителя; отсутствием пор и пустот на межфазной границе; возникновением адгезионного взаимодействия на границе раздела фаз. это в свою очередь определяет уровень эксплуатационных свойств ПМ в изделии.

Технологическая схема получения полуфабрикатов



- 1. Приготовление связующего; сушка, обработка наполнителя.
- 2. Совмещение связующего и наполнителя.
- 3. Удаление растворителя, проведение химических реакций (предотверждение, синтез олигомера и т. и.).
- 4. Упаковка, маркировка готового полуфабриката.

Классификация приемов совмещения исходных компонентов при получении препрегов

Существуют два основных случая: связующее находится в жидком состоянии (совмещение и пропитка происходит одновременно) или в твердом состоянии (совмещение и пропитка идут раздельно). Отсюда следуют разные механизмы, условия и способы реализации совмещения компонентов (связующего и волокнистого наполнителя).

Основные требования к ПМ – однородность физических и химических характеристик. Это

достигается за счет однородного или заданного распределения всех компонентов по объему.

Задание: зная теорию получения полуфабрикатов, разработать рекомендации по составу и способам получения препрегов.

№ варианта	Наполнитель	Физико-механические свойства		
		Предел прочности при растяжении, σ, МПа	Модуль упругости при растяжении, Е, ГПа	Предельная деформация при растяжении, ε,%
1	Стеклянные 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	Арамидные волокна марки "Тварон"	2800	120	3,5
8	Арамидные волокна марки "Технора"	3400	83	4,2
9	Полиэтиленовые волокна марки "Спектра"	2570	120	3,5
10	Полиэтиленовые волокна марки "Дайнима"	3350	120	5,0
11	Полиэтиленовые волокна марки "Текмилон"	3500	100	4,0
12	Углеродные волокна марки "ВМН-3"	1430	250	0,6
13	Углеродные волокна марки "Кулон"	2000	600	0,4
14	Углеродные волокна марки "Урал-15"	1700	80	2,1
15	Углеродные волокна марки "Торнел-800"	5460	273	2,0

5.Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами для переработки полимеров. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов по производству пластмасс и технологии их модификации и упрочнения.6. Для решения задания необходимо выбрать соответствующие технологию и оборудование (таблица 1) для переработки полимеров (таблица 2), исходя из температуры переработки (таблица 2). Обосновать свой выбор.

Компетенция	**Индикатор достижения компетенции**
ПК-3 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-3.1 Устанавливает связь состава, структуры и свойств материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-3.2 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных и иных материалов и технологии их модификации и упрочнения

Приложение 5

*Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами для переработки полимеров. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов по производству пластмасс и технологии их модификации и упрочнения.*6. *Для решения задания необходимо выбрать соответствующие технологию и оборудование* (*таблица 1*) *для переработки полимеров (таблица* 2*), исходя из температуры переработки (таблица* 2). *Обосновать свой выбор*.

Таблица 1 – Технология переработки термопластов

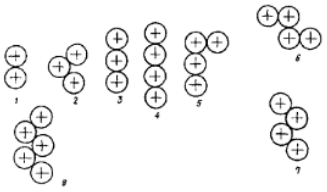
	Технология	
1.	Выдувное формование	Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы
2.	Ротационное формование	Одно-, трех– и четырехшпиндельные установки непрерывного и периодического действия. Установки непрерывного или периодического действия. Машины карусельного типа. Печь; охлаждающая камера. Формы
3.	Центробежное формование	Установка центробежного формования стеклоизделий Экструдер, форма Установки для центробежного формования состоят из привода, станины и формующего инструмента
4.	Экструзия	Шнековые машины, или червячные пресса, бесшнековые, или дисковые,экструдеры
5.	Каландрование	Листовальные, промазочные, обкладочные (дублировочные), гладильные и тиснильные каландры. Двух-, трех-, четырех–и пятивалковые каландры. Треугольное, Z-, S–и W-образное расположение валков  Схемы расположения валков каландра: 1, 3, 4 – вертикальное; 2 – треугольное; 5 – Г-образное; 6 – Z-образное; 7 – S-образное; 8 – W-образное
6.	Литье под давлением	Плунжерные, червячные литьевые машины. Литьевые формы, литник, термопласт-автомат
7.	Пневмовакуум-формование	Пневмовакуум-формовочная машина, формы, воздушный компрессор
8.		Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы

Таблица 2 – Полимер и температура его переработки

	Полимер	**Температура переработки, °С**
1.	Ацетат целлюлозы	160-200
2.	Полистирол (обычный полистирол)	170-210
3.	Сополимер стирол с бутадиеном	170-220
4.	Сополимер акрилонитрил-бутадиена со стиролом	170-220
5.	Полиэтилен высокого давления (полиэтилен низкой плотности)	130-200
6.	Полиэтилен низкого давления (полиэтилен высокой плотности)	140-220

7.	Полипропилен	180-260
8.	Непластифицированный поливинилхлорид (винипласт)	180-200
9.	Сополимеры поливинилхлорида	180-210
10.	Пластифицированный поливинилхлорид (пластикат)	150-190
11.	Полиметилметакрилат	160-190
12.	Поликарбонат	300-340
13.	Полиамид	260-300
14.	Полиформальдегид	170-200

6.Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами композитов. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов и технологии их модификации и упрочнения. Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1) методом намотки либо пултрузией, выбрав соответствующее оборудование, оснастку (таблица 2), наполнитель (таблица 3) и связующее (таблица 4). Обосновать свой выбор.

Компетенция	**Индикатор достижения компетенции**
ПК-3 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-3.1 Устанавливает связь состава, структуры и свойств материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-3.2 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных и иных материалов и технологии их модификации и упрочнения

Приложение 6

Связать состав, структуру и свойства материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами композитов. Разработать рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных материалов и технологии их модификации и упрочнения. Для решения задания необходимо разработать технологическую схему процесса изготовления изделия из композиционных материалов (таблица 1) *методом намотки либо пултрузией, выбрав соответствующее оборудование, оснастку (таблица 2), наполнитель (таблица* 3) *и связующее (таблица* 4). *Обосновать свой выбор.*

Таблица 1 – Изделия на основе реактопластичных полимеров

1.	Баллон давления
2.	Трубы
3.	Двутавровые балки
4.	Желоба
5.	Цистерны
6.	Швеллеры

Таблица 2 – Технологии переработки реактопластов

Технология	Оборудование, оснастка, инструмент
Намотка	Многофункциональный роботизированный комплекс, вспомогательное оборудование (шпулярники, бобинодержатели, станции хранения оправок, станции извлечения оправки, станции пропитки связующим, станции хранения и дозации, системы дозации песка для GRE труб) 1 –шпулярник; 2 – индивидуальные натяжители нитей; 3 –арматура; 4 –пропиточная ванна со связующим; 5 –отжимные ролики; 6 –система подогрева и контроля температуры связующего; 7 – ТЭН; 8 –масло; 9 –натяжитель сформированной ленты; 10 –раскладчик; 11 –вращающая оправка; 12 –намоточный станок
Пултрузия	Пултрузионные линии подразделяются на два вида машин: гидравлические экструдеры; пневматические гусеничные экструдеры. Специальные пресс-формы 1 – шпули; 2 – арматура; 3 – ванна со связующим; 4 – отжимающие ролики; 5 – направляющая; 6 – форма с фильерами; 7 – фильера; 8 – тянущее устройство; 9 – печь; 10 – отрезное устройство

Таблица 3 – Основные свойства неорганических армирующих волокон и нитей

Волокна		Диаметр мкм	Плотность, 10^3, кг/м^3	Температура плавления, ^oC	Модуль упругости, ГПа	Прочность, ГПа
Стеклянное	Типы А и С	0,5…30	2,5...2,6	700...900	50...70	1,5...2,0
Стеклянное	Типы Е и S	3...30	2,6...2,8	900...1000	70...90	2,0...5,0
Базальтовое	-	10...18	2,7...2,9	100...1200	70...90	1,8...1,9
Борное	B	100...150	2,4...2,6	2100...2500	380...430	2,5...4
Кварцевое	SiO_2	3...10	2,2...2,25	1600…1700	70...75	3...6
Алюминий-оксидное	Al_2O_3	15...25	2,9...3,9	2000...2100	350...380	1,4...2,4
Цирконий-оксидное	ZrO_2	4...6	3,8...5,5	2650...2700	350...430	1,4...2,1
Кремний-карбидное	SiC	100...150	3,1...3,2	2700...2800	400 ...480	1...3,5
Боро-карбидное	B_4C	10...12	2,3...2,5	2400...2500	300...350	1,3...1,7

Таблица 4 – Свойства отвержденных термореактивных смол

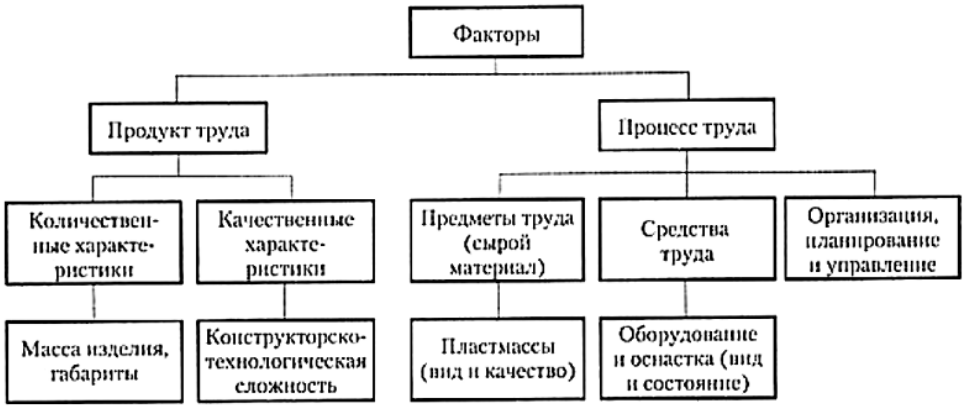
Тип смолы	Марка	Плотность, кг/м^3	Временное сопротивление, $\sigma_в$, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %	Модуль упругости при растяжении, ГПа
Фенолоформальдегидная	Бакелит А	1200	42	2,0	2,10
	ВФТ	1200	50	3,4	2,45
	ФН	1250	51	1,6	3,26
Эпоксифенольная	ЭФ32-301	1200	37	1,5	2,78
Полиэфирная	ПН-1	1100	42	5,0	2,10
Кремнийорганическая	К-9	1210	11	0,6	1,72
	К-93	1210	21	1,0	2,16

7.Задача материального баланса состоит в определении расхода сырья по основным стадиям технологического процесса и достижении баланса между массой готовых изделий с учетом безвозвратных отходов и массы исходного сырья. Его расчет основан на обоснованных индивидуальных нормах расхода пластмасс в производстве изделий, которые зависят от множества условий. На действующих предприятиях нормы расхода могут устанавливаться опытным путем с учетом индивидуальных особенностей конкретного производства .Для решения задания необходимо рассчитать материальный баланс производства изделия «сахарница» литьем под давлением в 4-гнездной форме.

Компетенция	Индикатор достижения компетенции
ПК-2 Способен выбирать метод научного исследования, исходя из конкретных задач, организовывать его осуществление и анализировать результаты с использованием современных методов обработки данных, оформлять полученные результаты в виде отчета, научной публикации, доклада, готовить (под руководством) документы к патентованию, оформлению ноу-хау	ПК-2.1 Выбирает методы научного исследования в области материаловедения и технологии материалов
ПК-3 Способен обоснованно (осмысленно) использовать знания основных типов неметаллических и композиционных материалов различного назначения, в том числе наноматериалов для решения профессиональных задач	ПК-3.1 Устанавливает связь состава, структуры и свойств материалов, в том числе наноматериалов, с технологическими и эксплуатационными свойствами
	ПК-3.2 Разрабатывает рекомендации по составу и способам обработки конструкционных композиционных и иных материалов и технологии их модификации и упрочнения

Приложение 7

Задача материального баланса состоит в определении расхода сырья по основным стадиям технологического процесса и достижении баланса между массой готовых изделий с учетом безвозвратных отходов и массы исходного сырья. Его расчет основан на обоснованных индивидуальных нормах расхода пластмасс в производстве изделий, которые зависят от множества условий. На действующих предприятиях нормы расхода могут устанавливаться опытным путем с учетом индивидуальных особенностей конкретного производства .Для решения задания необходимо рассчитать материальный баланс производства изделия «сахарница» литьем под давлением в 4-гнездной форме.



Классификация факторов, влияющих на индивидуальные нормы расхода пластмасс в производстве изделий

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА

Составляется пооперационная схема материальных потоков при производстве изделия. Рецептура изделия: ПЭВП - 81,62 %, суперконцентрат СКГП - 1.63 %, вторичное сырье (дробленка) – 16,75 %.

Схема материальных потоков

Материальный баланс рассчитывается на 1000 шт. готовых изделий.
Значения безвозвратных потерь К по стадиям конкретного производства изделия указаны в табл.

Безвозвратные потери по стадиям

Стадия производства	Обозначение	Безвозвратные потери, %
Механическая обработка, разбраковка и упаковка	$К_м$	0,8
Дробление возвратных отходов производства	$К_л$	0,2
Изготовление изделий метолом литья	$К_л$	0,1
Приготовление полимерной композиции	$К_к$	0,2
Транспортировка сырья	$К_Т$	0,2

Потери на стадии транспортировки продукции на склад полностью отсутствуют. Расчет начинают с последней технологической операции по следующим формулам:

РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНОГО БАЛАНСА ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЯ «САХАРНИЦА» ЛИТЬЕМ ПОД ДАВЛЕНИЕМ В 4-ГНЕЗДНОЙ ФОРМЕ

Исходные данные для расчета материального баланса:
масса изделия – 8 г;
масса литника - 7,7 г (19,4% отливки);
гнездность формы – 4;
на 1000 изделий допускается 1% брака.

1. Стадия механической обработки, разбраковки и упаковки изделий.

Задание 1. Рассчитать материальный баланс стадии механической обработки, разбраковки и упаковки изделий

Масса изделий, не разбракованных и не прошедших механическую обработку *М,* рассчитывается по выражению:

$$M = M_{изд} + M_{ом} + M_{в} \quad (1)$$

где $M_{изд}$ - масса годных изделий, г; $M_{в}$ - масса возвратных отходов (литники и бракованные изделия), г; $M_{ом}$ – масса безвозвратных отходов на стадии механической обработки, разбраковки и упаковки, г.

Здесь

$$M_{в} = \frac{M_{изд} \cdot K_{в}}{100}, \quad (2)$$

где $K_{в}$ – потери возвратные, %

$$M_{ом} = \frac{M_{изд} \cdot K_{м}}{100}, \text{ г} \quad (3)$$

где $K_{м}$ – безвозвратные потери на стадии механической обработки, разбраковки и упаковки изделий, %.

Материальный баланс стадии механической обработки, разбраковки и упаковки изделий

Приход, г		Расход, г	
Изделия, не прошедшие механическую обработку и не разбракованные		Годные изделия	
		Возвратные отходы	
		Безвозвратные отходы	
Итого:		Итого:	

2 Стадия дробления возвратных отходов производства.

Задание 2. Рассчитать материальный баланс стадии дробления возвратных отходов производства.

Масса дробленки $M_{д}$ рассчитывается по выражению:

$$M_{д} = M_{в} - M_{ом} \quad (4)$$

где $M_{од}$ – масса безвозвратных отходов на стадии дробления возвратных отходов, г.

$$M_{од} = \frac{M_{в} \cdot K_{д}}{100} \quad (5)$$

где $K_{д}$ – безвозвратные потери на стадии дробления возвратных отходов, %.

Материальный баланс стадии переработки возвратных отходов производства

Приход, г		Расход, г	
Возвратные отходы		Дробленка	
		Безвозвратные отходы	
Итого:		Итого:	

3 Стадия изготовления изделий методом литья.

Задание 3. Рассчитать материальный баланс на стадии литья под давлением

Масса полимерной композиции $М_{ком}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{ком} = М - M_{л} \quad (6)$$

где $M_{л}$ – масса безвозвратных отходов на стадии изготовления изделий методом литья, г.

$$M_{л} = \frac{М \cdot К_{л}}{100}, \text{ г.} \quad (7)$$

где $К_{л}$ – безвозвратные потери на стадии изготовления изделий методом литья, %.

Материальный баланс на стадии литья под давлением

Приход, г		Расход, г	
Композиция		Изделии, не прошедшие механическую обработку и не разбракованые	
		Безвозвратные отходы	
Итого:		Итого:	

4 Стадия приготовления композиции.

Задание 4. Рассчитать материальный баланс стадии приготовления композиции., г.

Масса каждого компонента $m_{к}$, входящего в состав полимерной композиции, рассчитывается по формуле:

$$m_{к} = \frac{Р_{к} \cdot (М_{ком} + М_{ок})}{100} \quad (8)$$

где $Р_{к}$ – рецептурное количество компонента, %; $М_{ок}$ – масса безвозвратных отходов на стадии приготовления композиции, г.

$$M_{ок} = \frac{М_{ком} \cdot К_{к}}{100} \quad (9)$$

где $К_{к}$ – безвозвратные потери на стадии приготовления композиции, %.

Материальный баланс стадии приготовления композиции

Приход, г		Расход, г	
ПЭВП		Композиция	
СКГП		Безнитратные отходы	
Дробленка			
Итого:		Итого:	

5 Стадия транспортировки сырья.

Задание 5. Рассчитать материальный баланс стадии транспортировки сырья

Массу каждого компонента $М_{к}$, поступающего на стадию транспортировки сырья, рассчитывают но выражению:

$$М_{к} = m_{к} - M_{тк} \quad (10)$$

где $М_{тк}$ – масса безвозвратных отходов компонента на стадии транспортировки сырья, г.

$$M_{тк} = \frac{m_{к} \cdot К_{т}}{100} \quad (11)$$

где $К_{т}$ – безвозвратные потери на стадии транспортировки сырья, %.

Масса безвозвратных отходов на стадии транспортировки сырья $М_{т}$ определяется по выражению:

$$M_т = \sum M_{кт} \quad (12)$$

Материальный баланс стадии транспортировки сырья

Приход, г		Расход, г	
ПЭВП		ПЭВП	
СКГП		СКГП	
		Безвозвратные отходы ПЭВП	
		Безвозвратные отходы СКГП	
		Безвозвратные отходы всего:	
Итого:		Итого:	

6. Сводный материальный баланс.

Задание 6. Рассчитать сводный материальный баланс

Общая масса безвозвратных отходов производства $M_{бо}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{бо} = M_{ом} + M_{од} + M_л + M_{ок} + M_т, \text{ г.} \quad (13)$$

Сводный материальный баланс

Приход, г		Расход, г	
ПЭВП		Годные изделия	
СКГП		Безвозвратные отходы	
Итого:		Итого:	

Потери материала при экструзии труб, %	
Безвозвратные:	
Хранение и транспортирование	0,2
Экструзия труб	1,5
Потери при дроблении возможного брака	0,5
Возвратные:	
Среднестатистическое количество бракованной продукции	3
Потери материала при экструзии пленки, %	
Безвозвратные:	
Хранение и транспортировка сырья	0,4
Экструзия пленки	1,5
Потери при переработке возможных отходов	0,2
Возвратные:	
Среднестатистическое количество бракованной продукции	2,5
Потери материала при прессовании реактопластов, %	
Безвозвратные:	
Хранение и транспортировка пресс-порошка	0,2
Таблетирование пресс-порошка	0,45
Прессование изделия	0,3
Механическая обработка изделий	0,6
Возвратные:	
Возвращение таблеток	1,5
Облой и грат	3,0

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