

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 | <i>Отлично</i> |
| Студент освоил изучаемый материал, осуществляет выполнение заданий в соответствии с индикаторами | 50-74 | <i>Хорошо</i> |

| | | |
|--|-------|----------------------------|
| 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 | <i>Удовлетворительно</i> |
| 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. 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 одинакового 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 устанавливаются 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 nanoиндустрии |

| № 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 |

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

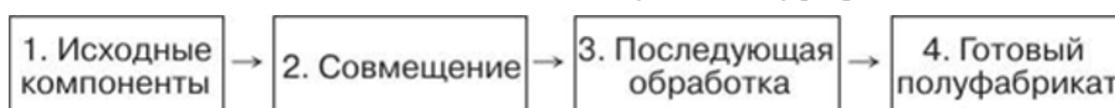
Полуфабрикаты получают в результате совмещения связующего с наполнителем.

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, E, ГПа | Предельная деформация при растяжении, ϵ , % |
| 1 | Стекланные волокна (магнийалюмосиликатные) | 4585 | 85,5 | 4,8 |
| 2 | Арамидные волокна марки "Армос" | 5500 | 142 | 4,5 |
| 3 | Арамидные волокна марки "СВМ" | 4200 | 135 | 4 |
| 4 | Арамидные волокна марки "Терлон" | 3100 | 150 | 3,5 |
| 5 | Арамидные волокна марки "Кевлар-29" | 2920 | 77 | 3,6 |
| 6 | Арамидные волокна марки "Кевлар-129" | 3200 | 85 | 3,6 |
| 7 | 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 соответствующую 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 | 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 |

| | |
|-------|--|
| задач | 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.б. 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

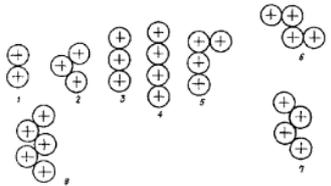
| | Технология | |
|----|-------------------------|---|
| 1. | Выдувное формование | Агрегат для раздувного формования: экструдер, накопительная головка; рукав; раздувная форма; крепежные плиты; гидравлический узел смыкания формы |
| 2. | Ротационное формование | Одно-, трех- и четырехшпиндельные установки 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 формирующего инструмента |
| 4. | Экструзия | Шнековые машины, или червячные пресса, бесшнековые, или дисковые,экструдеры |
| 5. | Каландрование | <p>Листовальные, промазочные, обкладочные (дублировочные), гладильные и тиснильные каландры. Двух-, трех-, четырех- и пятивалковые каландры. Треугольное, Z-, S- и W-образное расположение валков</p>  <p>Схемы расположения валков каландра: 1, 3, 4 – вертикальное; 2 – треугольное; 5 – Г-образное; 6 – Z-образное; 7 – S-образное; 8 – W-образное</p> |
| 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, °С | Модуль упругости, ГПа | Прочность, ГПа |
|-------------------|--------------------------------|----------------|---|---------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Стеклоанное | Типы А и С | 0,5...30 | 2,5...2,6 | 700...900 | 50...70 | 1,5...2,0 |
| Стеклоанное | 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 | В | 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 ₂ O 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 ₄ C | 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, σ_v , 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 |

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. Рецепт изделия: ПЭВП - 81,62 %, суперконцентрат СКПП - 1,63 %, вторичное сырье (дробленка) – 16,75 %.

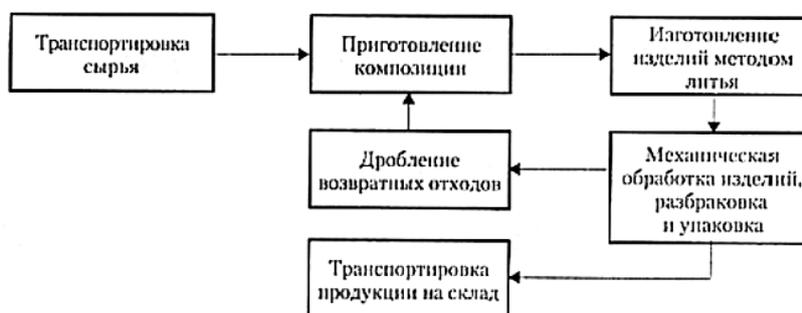


Схема материальных потоков

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

Безвозвратные потери по стадиям

| Стадия производства | Обозначение | Безвозвратные потери, % |
|--|-------------|-------------------------|
| Механическая обработка, разбраковка и упаковка | K_m | 0,8 |
| Дробление возвратных отходов производства | K_d | 0,2 |
| Изготовление изделий методом литья | K_l | 0,1 |
| Приготовление полимерной композиции | K_k | 0,2 |
| Транспортировка сырья | K_T | 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 M , рассчитывается по выражению:

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

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

Здесь

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

где $K_{\text{в}}$ – потери возвратные, %

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

где $K_{\text{м}}$ – 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 $M_{\text{д}}$ рассчитывается по выражению:

$$M_{\text{д}} = M_{\text{в}} - M_{\text{ом}} \quad (4)$$

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

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

где $K_{\text{д}}$ – 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 $M_{\text{ком}}$ рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{ком}} = M - M_{\text{л}} \quad (6)$$

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

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

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

Материальный баланс на стадии литья под давлением

| Приход, г | | Расход, г | |
|------------|--|---|--|
| Композиция | | Изделия, не прошедшие механическую обработку и не забракованные | |
| | | Безвозвратные отходы | |
| Итого: | | Итого: | |

4 Стадия приготовления композиции.

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

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

$$m_{\text{к}} = \frac{P_{\text{к}} \cdot (M_{\text{ком}} + M_{\text{ок}})}{100} \quad (8)$$

где $P_{\text{к}}$ – рецептурное количество компонента, %; $M_{\text{ок}}$ – масса безвозвратных отходов на стадии приготовления композиции, г.

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

где $K_{\text{к}}$ – 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 $M_{\text{к}}$, поступающего на стадию транспортировки сырья, рассчитывают по выражению:

$$M_{\text{к}} = m_{\text{к}} - M_{\text{тк}} \quad (10)$$

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

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

где $K_{\text{т}}$ – безвозвратные потери на стадии транспортировки сырья, %.

Масса безвозвратных отходов на стадии транспортировки сырья $M_{\text{т}}$ определяется по выражению:

$$M_T = \sum M_{кт} \quad (12)$$

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:

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

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.