

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»

Институт транспорта и логистики
Кафедра подъемно-транспортной техники

УТВЕРЖДАЮ

Директор института транспорта и логистики

Быкадоров В.В.

« 26 »

2025 года



ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по учебной дисциплине

**Расчет и конструирование элементов подъемно-транспортных машин и
дорожно-строительной техники из композиционных материалов**

(наименование учебной дисциплины, практики)

23.04.02 Наземные транспортно-технологические комплексы

Магистерская программа подъемно-транспортные, строительные, дорожные
машины и оборудование

(наименование профиля подготовки (специальности, магистерской программы); при отсутствии ставится прочерк)

Разработчики:

к.т.н., доц.

Коструб В. А.,

ст. преп.

Мирошников А.А.

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры подъемно-транспортной техники
(наименование кафедры)

от « 11 » 02 2025 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

Коструб В. А.

(подпись)

Луганск 2025 г.

**Комплект оценочных материалов по дисциплине
«Расчет и конструирование элементов подъемно-транспортных машин и
дорожно-строительной техники из композиционных материалов»**

Задания закрытого типа

Задания закрытого типа на выбор правильного ответа

Прочитайте текст, выберите один правильный вариант ответа

1. Какой тип отверждения полимерных связующих не применяется в композитных

технологиях на сегодняшний день?

- А) отверждение в сушильном шкафу;
- Б) отверждение под ИК-лампами;
- В) отверждение под УФ-лампами;
- Г) отверждение в автоклаве;
- Д) отверждение при комнатной температуре.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

2. Компонент композита, который формирует единую конструкцию, придает изделию форму, обеспечивает совместную работу компонентов, защиту от внешнего воздействия это:

- А) субстрат;
- Б) матрица;
- В) армирующий материал;
- Г) наполнитель.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Какой класс композиционных материалов наиболее распространен в технике?

- А) углерод-углеродные композиционные материалы;
- Б) металлические композиционные материалы;
- В) полимерные композиционные материалы;
- Г) керамические композиционные материалы.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

4. К какой группе требований к матрицам относятся требования, связанные с механическими и физико-химическими свойствами матрицы, обеспечивающими работоспособность композиции при действии различных эксплуатационных факторов?

- А) экономические требования;

- Б) экологические требования;
- В) эксплуатационные требования;
- Г) технологические требования.

Правильный ответ: В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Наполнители в композитах чаще всего играют роль:

- А) определяют форму изделия;
- Б) упрочнителей, воспринимают основную долю нагрузки;
- В) распределение напряжений между наполнителями;
- Г) определяют монолитность.

Правильный ответ: Б

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

6. В качестве неметаллических матриц используют:

- А) полимерные;
- Б) углеродные;
- В) керамические материалы;
- Г) все вышеперечисленные.

Правильный ответ: Г

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

Задания закрытого типа на установление соответствия

Установите правильное соответствие.

Каждому элементу левого столбца соответствует только один элемент правого столбца.

1. Установите соответствие между стадиями разработки конструкторской документации и этапами работ

Стадии разработки	Этапы работ
1) Первая стадия	А) Разработка технического проекта включает работы по разработке комплекта конструкторских документов, содержащих окончательные технические решения и дающие полное представление об устройстве и принципе работы изделия, а также исходные данные для разработки рабочей конструкторской документации
2) Вторая стадия	Б) Разработка технического задания - документа, содержащего наименование, основное назначение, технические требования, показатели качества, экономические показатели и специальные требования заказчика к изделию
3) Третья стадия	В) Разработка технического предложения предполагает создание конструкторских документов,

которые содержат технические и технико-экономические обоснования целесообразности разработки нового оборудования на основании анализа технического задания заказчика и различных вариантов конструкции, сравнительной оценки проектных решений с учетом конструкторских и эксплуатационных особенностей проектируемого и существующего оборудования, а также патентных материалов

4) Четвертая стадия

Г) Разработка эскизного проекта заключается в разработке комплекта документов, содержащих принципиальные решения и дающие более полное по сравнению с предыдущей стадией общее представление об устройстве и принципе работы изделия, а также технические данные, определяемые его назначением, основные параметры и размеры

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

2. Установите соответствие между физическими свойствами конструкторских материалов и их характеристиками

Физические свойства

Характеристика

- | | |
|------------------------|---|
| 1) Плотность | А) Способность металла переходить из кристаллического (твердого) состояния в жидкое с поглощением теплоты |
| 2) Плавление | Б) Количество вещества, содержащееся в единице объема |
| 3) Теплопроводность | В) Способность металла увеличивать свой объем при нагревании |
| 4) Тепловое расширение | Г) Способность металла с той или иной скоростью проводить тепло |

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Установите соответствие между видами композитных наполнителей и материалами

Вид композитных наполнителей	Материалы
1) Листовые	А) Объёмные ткани, открытопористые каркасные системы
2) Волокнистые	Б) Ткани, бумага, древесный шпон, ленты, холсты, сетки, нетканые материалы
3) Дисперсные	В) Металлические, стеклянные, углеродные, борные, органические, керамические, нитевидные кристаллы (усы)
4) Объёмные	Г) Представлены порошкообразными массами. В качестве наполнителей могут использоваться практически любой органический или неорганический материал, поддающийся измельчению. Примеры: мел, сажа, металлические порошковые наполнители, асбест

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	В	Г	А

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

4. Установите соответствие между группами полимерных композитов и их характеристиками

Группа полимерных композитов	Характеристика
1) Слоистые пластики (текстолиты)	А) Созданы из рубленных волокон
2) Литые, прессовочные композиции	Б) Образованы волокнистыми слоями
3) Ориентированные армированные пластики	В) Их основой при производстве являются заранее сформированные волокна
4) Стеклопластики	Г) Материал формируется стеклянными или синтетическими волокнами, а также пряжами и нитями, путём их параллельного укладывания, чередуя со связующим веществом

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Установите соответствие между видами композитных материалов и их характеристиками

Вид композитных материалов	Характеристика
1) Стеклопластики	А) На основе высокопрочных арамидных волокон обладают высокими прочностными и упругими характеристиками, ударной вязкостью, высокой химической стойкостью, высокими тепло-изоляционными и диэлектрическими свойствами
2) Органопластики	Б) Легко поддаются механической обработке, обладают высокой прочностью, устойчивостью к тепловым ударам и знакопеременным нагрузкам, радиопрозрачностью, коррозионной стойкостью. Такие композиты используют в судостроении, авиации, в космической технике, автомобилестроении, при изготовлении некоторых бытовых приборов
3) Минерал-полимерный композит (МПК)	В) Материалы, где угольное волокно, нити, ленты равномерно распределяются в различных типах термопластов и реактивных смол. Углепласты лёгкие и тонкие, работают в инертной среде с нагревом до 2500 °С, не взаимодействуют с кислотами и щелочами
4) Углепласты	Г) Состоит из полимерного связующего на основе реакционно-отверждаемых смол, высокопрочного минерального наполнителя группы твердокаменных пород (базальт, гранит, кварц и пр.), а также специальных модифицирующих ингредиентов, позволяющих менять реологические свойства и эксплуатационные характеристики материалов. МПК применяют для производства деталей станков и технологического оборудования различного назначения

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Установите соответствие между отраслями промышленности и применением углеродного волокна

Отрасль промышленности	Применение углеродного волокна
1) Авиационная промышленность	А) Для изготовления автомобильных компонентов, таких как тормозные колодки, диски и шины

- | | |
|---------------------------------|---|
| 2) Автомобильная промышленность | Б) Для изготовления корпуса самолётов, крылья, хвостовые стабилизаторы и другие детали |
| 3) Космическая промышленность | В) Для производства кабелей и проводов, которые обладают высокой электропроводностью и устойчивостью к высоким температурам |
| 4) Электроника и электротехника | Г) Для создания космических кораблей и ракет, так как они обладают высокой прочностью и термостойкостью |

Правильный ответ

1	2	3	4
Б	А	Г	В

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

Задания закрытого типа на установление правильной последовательности

Установите правильную последовательность.

Запишите правильную последовательность цифр слева направо.

1. Установите правильную последовательность ввода композита в машиностроении:

А) Выдержка для затвердевания жидкой фазы в условиях наложения внешних воздействий либо без них.

Б) Подготовка компонентов. Калибровка, очистка, плакирование поверхности, придание армирующей конструкции необходимой формы и конфигурации.

В) Выемка из формы.

Г) Термическая и механическая обработка композиционного материала.

Д) Сборка и размещение в полости формы арматуры или ввод армирующих элементов в расплав.

Е) Заливка матричным расплавом и пропитка. Связующее наносят на поверхность армирующего материала и заполняют им объём между волокнами.

Правильный ответ: Б, Д, Е, А, В, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

2. Установите правильную последовательность этапов получения волокон из композита:

А) Удаление растворителя и сушка армирующего волокнистого полуфабриката

Б) Сборка заготовки послойной выкладкой, намоткой, протяжкой или другими методами

В) Подготовка волокнистого наполнителя и полимерного связующего. В случае «сухой» намотки используются препреги

Г) Отверждение связующего (при повышенной или комнатной температуре)

Д) Съём изделия с оправки

Е) Пропитка армирующего волокнистого наполнителя компонентами матрицы в виде раствора, эмульсии или расплава олигомера

Ж) Фиксация материала или изделия путём выдерживания при температуре выше температуры стеклования, но ниже температуры плавления с последующим охлаждением

З) Формование материала или изделия путём экструзии, литья, прессования или другими методами с последующим охлаждением (кристаллизацией)

Правильный ответ: В, Е, З, А, Ж, Б, Г, Д.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Установите правильную последовательность этапов испытаний композитов:

А) Маркировка образцов. Перед испытанием измеряют толщину и ширину рабочей части образца в трёх местах: по краям и в середине.

Б) Подготовка к испытанию. Образцы кондиционируют в соответствии с нормативными документами или технической документацией на материал.

В) Проверка центровки силовой цепочки испытательной машины. Перед проведением испытания измеряют величины деформаций изгиба.

Г) Обработка результатов. Во время обработки результатов определяют напряжение при растяжении, модуль упругости, прочность при растяжении и другие характеристики.

Д) Проведение испытания. Испытания проводят в помещении или закрытом объёме при температуре и относительной влажности окружающего воздуха или другой среды, указанной в нормативных документах или технической документации на испытываемый материал.

Е) Запись данных. Во время проведения испытания рекомендуется записывать силу и соответствующие увеличение измерительной базы и расстояния между зажимами, а также использовать автоматическую записывающую систему.

Правильный ответ: Б, А, В, Д, Е, Г.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

4. Установите правильную последовательность этапов создания композиционного материала:

А) Приготовление связующего. Заключается в смешении всех компонентов, входящих в композицию, до получения однородной по составу, а также по физическим и химическим свойствам смеси

Б) Подготовка компонентов. Включает удаление с поверхности волокон технологических замасливателей, обработку поверхности волокон для улучшения смачивания и адгезии связующего к армирующим волокнам, сушку волокон

В) Совмещение компонентов. Наполнитель в виде холста, ткани, матов послойно укладывается на поверхность формы и пропитывается связующим с помощью кисти или распылительного устройства

Г) Механическая обработка изделия. Проводится согласно требованиям чертежа

Д) Формование. На этой стадии армирующему полуфабрикату придаётся форма, максимально приближающаяся к форме готового изделия, а в материале создаётся требуемая структура армирования

Е) Контроль свойств полученного композита и качества изделия в целом. Включает оценку свойств композита и качества изделия по заданным параметрам

Правильный ответ: Б, А, В, Д, Г, Е.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Установите правильную последовательность подготовки армирующего наполнителя материала:

А) Вискеризация. Выращивание монокристаллов карбида кремния на поверхности углеродных, борных и других волокон перпендикулярно их длине.

Б) Расшлихтовка. Удаление излишнего количества замасливателя с поверхности наполнителя путём прокаливания при температуре 200–400 °С или пропускания через растворитель.

В) Апретирование. Нанесение на волокна специальных покрытий, обеспечивающих их переработку в изделия, гидрофобность волокон и химическое взаимодействие с полимерной матрицей.

Г) Активирование поверхностей. Применяется чаще всего для углеродных волокон и приводит к окислению и стравливанию поверхностных слоёв волокон.

Д) Сушка. Удаление влаги, адсорбированной на поверхности волокон.

Е) Химическая очистка.

Ж) Подшлихтовка.

Правильный ответ: Б, В, А, Г, Е, Д, Ж.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

6. Установите правильную последовательность приготовления полимерного связующего:

А) Введение отвердителя. Его добавляют в композицию последним.

Б) Постепенное введение компонентов в смолу. После введения каждого компонента всё тщательно перемешивают для равномерного распределения по объёму. Перемешивание проводят осторожно, чтобы предотвратить образование пузырьков воздуха.

В) Определение масс компонентов. Необходимо с достаточной точностью рассчитать массы смолы, отвердителя, ускорителя, катализатора, пластификатора и других ингредиентов. Необходимую массу с учётом потерь (примерно 10%) принимают равной сумме массовых частей всех компонентов.

Г) Подготовка высоковязкой смолы. При её использовании вначале подогревают до 80 °С и в тёплую смолу вводят пластификатор или разбавитель.

Правильный ответ: В, Б, А, Г.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

Задания открытого типа

Задания открытого типа на дополнение

Напишите пропущенное слово (словосочетание)

1. Предельное состояние, которое характеризуется исчерпанием несущей способности, то есть элемент теряет прочность и устойчивость под воздействием нагрузки или сочетания нагрузок и разрушается. Такое состояние считается _____.

Правильный ответ: недопустимым.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

2. Исследование напряженно-деформированного состояния включает в себя расчёты элементов конструкций на _____ при статических и динамических воздействиях.

Правильный ответ: прочность, жёсткость, устойчивость.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Главная цель наполнения полимеров волокнами – получение _____ и легких материалов.

Правильный ответ: сверхпрочных.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

4. Наполненный дисперсными частицами полимер представляет собой _____ коллоидную систему, состоящую из полимерной дисперсионной среды и частиц жесткой дисперсной фазы.

Правильный ответ: двухфазную.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Свойства наполненных полимерных композитов определяются характеристиками полимерной _____, дисперсного наполнителя и их взаимодействием на границе раздела.

Правильный ответ: матрицы.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

6. В композите частицы наполнителя практически не деформируются вместе с полимерной матрицей из-за большой разницы в модулях _____ компонентов.

Правильный ответ: упругости.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

Задания открытого типа с кратким свободным ответом

Прочитайте текст и запишите краткий обоснованный ответ. В случае расчетной задачи, записать решение и ответ.

1. Что такое композиционный материал?

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): многокомпонентный материал, изготовленный из двух или более компонентов с существенно различными физическими и/или химическими свойствами. В сочетании они приводят к появлению нового материала с характеристиками, отличными от характеристик отдельных компонентов.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

2. Назначение матрицы и наполнителя в композиционных материалах

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): матрица придаёт изделию из композиционного материала заданную форму и монолитность; выполняет укрепляющую функцию; Назначение наполнителя – увеличение прочности, жёсткости и пластичности.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Характеристика кристаллической решетки композитного материала

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): кристаллическая решетка композитного материала состоит из чередующихся двумерно- или одномерно-периодических подструктур (слоёв, столбцов) с той или иной степенью беспорядка.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

4. Что такое волокно?

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): волокно – это форма материала, имеющая высокое отношение продольных размеров к поперечным (не менее 10...100) при небольших поперечных размерах (менее 0,25 мм).

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

5. Что такое аппретирование?

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): аппретирование – это обработка поверхности наполнителя веществом, называемым аппретом, которая повышает прочность адгезионной связи между твердым наполнителем и полимерной матрицей.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Что такое пластикаты?

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): пластикаты – это термопластичные полимерные материалы, полученные при пластификации полимера различными пластификаторами.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

6. Что такое вискеризация?

Правильный ответ должен содержать следующие смысловые элементы (обязательный минимум): вискеризация – это выращивание монокристаллов карбида кремния на поверхности углеродных, борных и других волокон перпендикулярно их длине.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

Задания открытого типа с развернутым ответом

Привести расширенное решение задачи

1. Углеродное волокно диаметром 8 мкм испытали на универсальной испытательной машине. Толщина слоя полимерной матрицы, в которую было погружено волокно, составляла 2 мм. Максимальная сила при вытягивании волокна составила 5 Н. Рассчитайте сдвиговую адгезионную прочность при вытягивании волокна из матрицы. Ответ привести в МПа и округлить до первого знака.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Сдвиговая адгезионная прочность определяется по следующей формуле

$$\tau = \frac{F}{\pi \cdot D \cdot l}$$

где τ – сдвиговая адгезионная прочность;

F-сила вытягивания волокна;

D-диаметр волокна;

l-толщина слоя матрицы.

Получаем:

$$\frac{5}{3,14 \cdot 8 \cdot 10^{-6} \cdot 0,002} = 99522293 \text{ Па} = 99,5 \text{ МПа}$$

Правильный ответ: Сдвиговая адгезионная прочность составляет 99,5 МПа.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

2. Прочность образца в форме параллелепипеда из стеклопластика при трехточечном изгибе составляет 0,5 ГПа. Длина образца – 50 мм, ширина образца – 10 мм, толщина образца 3 мм. Какую нагрузку необходимо приложить, чтобы разрушить такой образец при трехточечном изгибе? Ответ привести в Н.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Нормальное напряжение определяется по следующей формуле

$$\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot L}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

где σ – напряжение;

F – нагрузка;

b – ширина образца;

L – длина образца;

h – толщина образца.

Таким образом

$$F = \frac{2 \cdot \sigma \cdot b \cdot h^2}{3 \cdot L} = \frac{2 \cdot 500000000 \cdot 0,01 \cdot 0,00009}{3 \cdot 0,05} = 600 \text{ Н}$$

Правильный ответ: чтобы разрушить образец при трехточечном изгибе необходимо приложить нагрузку равную 600 Н.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

3. Несущий стержень кабеля представляет собой стеклопластиковый прут круглого сечения диаметром 5 мм, получаемый методом пултрusion. Определить минимально допустимый радиус намотки прутка на катушку, если модуль упругости вдоль волокна составляет 45 ГПа, предел прочности на растяжение – 1,1 ГПа, на сжатие – 0,7 ГПа, коэффициент безопасности равен 3. Ответ дать целым числом в мм без указания единиц измерения.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Допустимый радиус намотки определяется по следующей формуле

$$r = \frac{E \cdot d \cdot k \cdot \sigma_c}{2} - \frac{d}{2} = \frac{45 \cdot 10^9 \cdot 0,005 \cdot 3 \cdot 0,7 \cdot 10^9}{2} - \frac{0,005}{2} = 0,48 \text{ м} = 480 \text{ мм}$$

где r – допустимый радиус намотки;

E – модуль упругости вдоль волокна;

k – коэффициент безопасности;

d – диаметр сечения;

σ_c – предел прочности на сжатие.

Правильный ответ: минимально допустимый радиус намотки прутка на катушку составляет 480 мм.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ПК-4 (ПК-4.1, ПК-4.2, ПК-4.3)

4. Жгут из базальтовых волокон испытали на растяжение на универсальной испытательной машине. В результате испытания получили максимальную силу при разрушении жгута равную 800 Н. Какова будет линейная плотность жгута и его прочность при растяжении, если масса жгута длиной два метра равна 2,4 г? Объемную плотность базальтового волокна принять 2,7 г/см³. Ответ для линейной плотности привести в Текс. Все промежуточные значения округлять до 2-х знаков после запятой. Ответ для прочности привести в МПа, округлить до целого значения.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 10 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Линейная плотность жгута определяется по следующей формуле

$$\rho_{\text{лин}} = \frac{m}{L}$$

где: $\rho_{\text{лин}}$ – линейная плотность;

m – масса волокна, г;

L – длина волокна, км.

Таким образом:

$$\rho_{\text{лин}} = \frac{2,4}{0,002} = 1200 \text{ Текс}$$

Нормальное напряжение определяется по формуле

$$\sigma = \frac{F}{S},$$

где σ – напряжение;

F – сила;

S – площадь поперечного сечения жгута.

Тогда

$$S = \frac{\rho_{\text{лин}}}{\rho_{\text{об}}} = 0,44 \text{ м}^2$$

где $\rho_{\text{об}}$ – объемная плотность.

Таким образом:

$$\sigma = \frac{F}{S} = \frac{800}{0,44} = 1818 \text{ Мпа}$$

Правильный ответ: Линейная плотность жгута составляет 1200 Текс, прочность при растяжении – 1818 МПа

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

5. Корпус спортивного снаряда представляет собой плоскую трехслойную балку с оболочками из стеклопластика толщиной по 2 мм с укладкой $[0/90^\circ, \pm 45^\circ]_n$. Размеры балки в плане $1 \times 0,26$ метра. Плотность пенозаполнителя 60 кг/м³, плотность стеклопластика 2000 кг/м³. Балку считать свободно опертой по узким концам, в центре балки действует сосредоточенная сила в 2 кН. Усредненный модуль упругости материала оболочки равен 20 ГПа. Балку считать тонкой, оболочки считать тонкими, собственной жесткостью пенозаполнителя и жесткостью боковых стенок пренебречь. Массой клея и ЛКП пренебречь. Определить минимальный вес корпуса, если максимально допустимый расчетный прогиб панели составляет 20 мм. Ответ дать целым числом в граммах без указания единиц измерения.

Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Масса стеклопластика определяется по следующей формуле

$$m_{ст} = 2 \cdot t \cdot b \cdot l \cdot \rho_{ст}$$

где t – толщина балки;

b – ширина балки;

l – длина балки;

$\rho_{ст}$ – плотность стеклопластика.

Масса пенозаполнителя определяется по формуле

$$m_f = d \cdot b \cdot l \cdot \rho_f$$

где ρ_f – плотность пенозаполнителя.

$$d = \frac{\sqrt{F \cdot l^3}}{2 \cdot E \cdot b \cdot t \cdot \omega \cdot 48}$$

где F – сосредоточенная сила;

E – модуль упругости материала оболочки;

ω – допустимый прогиб.

Таким образом:

$$m = m_f + m_{gf} = 2236 \text{ г.}$$

Правильный ответ: минимальный вес корпуса составляет 2236 г.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

6. Композитный конденсатор изготовлен при помощи чередования большого числа тонко нанесённых слоёв диэлектрика с проницаемостью $\epsilon = 100$

и металла, каждый из которых имеет толщину $d = 150$ мкм. Все чётные слои металла соединены друг с другом проводником с малой паразитной ёмкостью; так же соединены все нечётные слои металла. Определите объёмную плотность электрической ёмкости куба, выполненного из этого композита (слои располагаются параллельно одной из пар граней куба). Диэлектрическая проницаемость вакуума $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м.



Привести расширенное решение.

Время выполнения – 15 мин.

Ожидаемый результат:

Решение:

Электрический заряд в металле распределяется на его поверхности, поэтому описанный материал эквивалентен большому числу параллельно соединённых конденсаторов с чередующейся полярностью, обкладками которых являются поверхности металлических слоёв; при этом количество таких конденсаторов равно количеству слоёв диэлектрика. В кубе со стороной a оно равно

$$n = \frac{a}{2d},$$

При этом ёмкость каждого из конденсаторов может быть найдена по известной формуле

$$C_0 = \frac{a^2 \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{d}$$

С учётом того, что ёмкость системы параллельных конденсаторов равна сумме их ёмкостей, выразим

$$C = nC_0 = \frac{a^2 \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{d} \cdot \frac{a}{2d} = \frac{a^3 \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}{2d^2}$$

Объёмная плотность ёмкости $c = C/a^3$, соответственно, равна

$$c = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0}{2d^2}$$

Получаем:

$$c = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0}{2d^2} \approx 20 \text{ мФ/м}^3$$

Правильный ответ: объёмная плотность электрической ёмкости куба равна 20 мФ/м³.

Критерии оценивания: полное содержательное соответствие приведенному решению.

Компетенции (индикаторы): ОПК-3 (ОПК-3.1, ОПК-3.2, ОПК-3.3)

Экспертное заключение

Представленный фонд оценочных средств (далее - ФОС) по дисциплине *«Расчет и конструирование элементов подъемно-транспортных машин и дорожно-строительной техники из композиционных материалов»* соответствует требованиям ФГОС ВО.

Предлагаемые формы и средства текущего и промежуточного контроля адекватны целям и задачам реализации основной образовательной программы по направлению подготовки 23.04.02 *Наземные транспортно-технологические комплексы*.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося представлены в полном объеме.

Виды оценочных средств, включенные в представленный фонд, отвечают основным принципам формирования ФОС.

Разработанный и представленный для экспертизы фонд оценочных средств рекомендуется к использованию в процессе подготовки магистров по указанному направлению.

Председатель учебно-методической комиссии
института транспорта и логистики

Е.И. Иванова

Лист изменений и дополнений

№ п/п	Виды дополнений и изменений	Дата и номер протокола заседания кафедры (кафедр), на котором были рассмотрены и одобренны изменения и дополнения	Подпись (с расшифровкой) заведующего кафедрой (заведующих кафедрами)