



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДФУ)

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (ШКОЛА)

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

Бочарова А.А.
(Ф.И.О. рук. ОП)
«29» января 2021 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента компьютерно-интегрированных производственных систем

Змей К.В.
(Ф.И.О. дир. деп.)
«29» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Механика композитов

Направление подготовки: 15.04.03 Прикладная механика

Магистерская программа Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг

Форма подготовки (очная)

курс 1 семестр 2
лекции 18 час.
практические занятия 18 час.
лабораторные работы 18 час.
в том числе с использованием МАО лек. 4 /пр.8 /лаб. 8 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
в том числе с использованием МАО 20 час.
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену - час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены
зачет 2 семестр
экзамен 1 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно установленного федеральным государственным автономным учреждением высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет» для реализуемых основных профессиональных образовательных программ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 г. № 1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании отделения машиностроения, морской техники и транспорта протокол № 5 от «29» января 2021 г.

Директор отделения: к.т.н., доцент Грибиниченко М.В.

Составитель: к.ф.-м.н., профессор О.Н. Любимова

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании отделения:

Протокол от «_____» _____ 20__ г. № _____

Директор отделения _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цели и задачи освоения дисциплины

Учебная дисциплина «Механика композитов» предназначена для студентов 1 курса, обучающихся по направлению 15.04.03 «Прикладная механика», магистерская программа «Вычислительная механика и компьютерный инжиниринг». Дисциплина входит в вариативную часть блока «Дисциплины (модули)» (Б1.В.05).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 108 часов. Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (18 часов), лабораторные работы (18 часов), самостоятельная работа студента (54 часа). Дисциплина реализуется на 1 курсе в 2-м семестре. Форма контроля – зачет.

Цель: формирование компетенций, определяющих готовность и способность выпускника к использованию знаний в области современных композитных материалов и решении практических задач в рамках производственно-технологической, проектно-изыскательской, и научно-исследовательской профессиональной деятельности.

Задачи:

- развитие представлений о многообразии конструкционных материалов, их свойствах и областях применения.

- Сформировать умение ставить задачу для решения ее на компьютере, а также реализовать ее средствами имеющейся вычислительной техники.

- Изучить способы моделирования структуры конструкционных материалов .

- Сформировать умение определять механические характеристики конструкционных материалов в зависимости от их свойств .

- Развить логическое и алгоритмическое мышление в решении задач конструирования материалов с заранее заданными свойствами.

- владение навыками работы с различными источниками информации: книгами, учебниками, справочниками, Интернет;

- владение навыками работы с вычислительной техникой;

формирование научного подхода к анализу механизмов создания конструкционных материалов с заранее заданными свойствами.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные и профессиональные компетенции.

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | |
|--|--------------------------------|--|
| ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты | Знает | государственные стандарты на документирование, обработку и оформление полученных результатов |
| | Умеет | обрабатывать данные с помощью имеющихся в базе программных материалов, готовить отчеты и презентации по предмету |
| | Владеет | основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации, всеми навыками научно-исследовательской работы |
| ПК-7 готовностью овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | Знает | критерии подбора и изучения литературных источников, методику анализа поставленных задач в области прикладной механики |
| | Умеет | обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов |
| | Владеет | современными методами и средствами планирования и проведения экспериментальных исследований |

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Механика композитов» применяются следующие методы активного/интерактивного обучения: «групповая консультация»

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Лекционные занятия (18 часов)

Раздел I. Место и роль конструкционных материалов в промышленности и технике. Основные конструкционные материалы.(6 час.)

Тема 1. Конструкционные материалы. Определение. Их классификация и область применения. (4 час.)

Общие представления о конструкционных материалах. Краткий исторический очерк. Существующие определения конструкционных материала, их анализ. Универсальное определение конструкционного материала. Существующие принципы классификации. Основные области применения .

Тема 2. Основные особенности конструкционных материалов. Композиты. Классификация по матрице. (2 час.)

Анализ особенностей композитных материалов. Классификация по материаловедческому, геометрическому, структурному, конструкционному, технологическому и эксплуатационному принципам.

Раздел II. Основные требования к наполнителю и связующему. (6 час.)

Тема 1. Требования к наполнителю (2 час.)

Дисперсные наполнители. Волокнистые наполнители, листовые и объемные наполнители. Препреги. Способы получения стеклянных, углеродных, борных, органических волокон.

Тема 2. Требования к связующему (2 час.)

Металлические матрицы, полимерные матрицы и их классификация. Термопластичные полимеры, термореактивные полимеры, эластомеры. Керамические матрицы.

Тема 3. Требования к межфазному слою (2 час.)

Влияние фазовой структуры композита на его свойства. Содержание наполнителя в композитном материале. Размер и форма частиц, межфазное взаимодействие, Свойства межфазного слоя.

Раздел III. Технология производства композитных материалов (6 час.)

Тема 1. Метод смешения компонент (4 час.)

Подготовка компонентов композита к смешению. Сушка. Гранулирование. Измельчение. Аппреты. Технологические приемы обработки наполнителей. Стекловолокна. Углеродные волокна. Полиарамидные волокна. Прививка полимера к поверхности наполнителя.

Тема 2.Технология введения наполнителя.(2 час.)

Технология введения волокнистых и листовых наполнителей. Волокнистые рыхлые наполнители. Рубленые короткие волокна. Качество пропитки.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (18 часов)

Занятие 1. Композиционные материалы, классификация, характеристика и свойства (2 часа)

1. Ознакомление с композиционными материалами. Знание их характеристик и свойств.

2. Композиционные материалы по сравнению с современными конструкционными материалами.

3. Свойства композиционного материала.

Занятие 2. Металлические композиционные материалы (4 часа)

1. Классифицирование процессов получения и обработки металлических композиционных материалов.

2. Определение зависимости физических и механических свойств металлического композиционного материала с алюминиевой матрицей от наполнителя.

3. Определение свойства слоистых металлических композиционных материалов, их состава и структуры.

4. Приведение примеров применения данных композитов в авиастроении.

Занятие 3. Углерод-углеродные композиционные материалы (4 часа)

1. Описание основных характеристик, структуры углеродного волокна и его физико-механические свойства (в зависимости от типа волокна).

2. Определение схемы расположения волокон и их влияние на углерод-углеродный композиционный материал.

3. Определение принципиальных отличий в эксплуатационных характеристиках углерод-углеродных композиционных материалов отечественных и зарубежных аналогов.

Занятие 4. Керамические композиционные материалы (2 часа)

1. Ознакомление с основными характеристиками керамических композиционных материалов.

2. Определение влияние химического состава керамических композиционных материалов на их физико-механические свойства и структуру.

3. Определение эффекта трансформационного упрочнения и влияние термической обработки керамических композиционных материалов.

Занятие 5. Стеклометаллокомпозит – новый перспективный высокопрочный конструкционный композиционный материал (2 часа)

1. Ознакомление с основными характеристиками нового высокопрочного конструкционного материала – стеклометаллокомпозита.

2. Определение понятия стеклометаллокомпозита, его роль и место среди новых перспективных конструкционных композиционных материалов.

3. Определение роли и влияния слоистой структуры стеклометаллокомпозита на его свойства как конструкционного композиционного материала.

Занятие 6. Свойства и структура стеклометаллокомпозита (4 часа)

1. Определение влияния химического состава стекла и металлического сплава на свойства стеклометаллокомпозита.

2. Установить влияние структуры стеклянного слоя на механические свойства стеклометаллокомпозита и преимущества применения алюминиевого сплава для его получения.

3. Выводы о перспективах применения стеклометаллокомпозита в передовых наукоёмких областях промышленности.

Лабораторные работы (18 часов)

Лабораторная работа 1. Испытания стеклометаллокомпозитных стержней на растяжение.(6 час.)

Лабораторная работа 2 Испытания стеклометаллокомпозитных образцов на сдвиг (4 час.)

Лабораторная работа 3. Испытания образцов из стеклометаллокомпозита на ударную прочность (4 час.)

Лабораторная работа 4. Измерение микротвёрдости стеклометаллокомпозита в диффузионном слое (4час.)

Лабораторная работа 5. Гидравлические испытания цилиндрических оболочек из стеклометаллокомпозита (прочные корпуса).

Самостоятельная работа (54 часа)

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине:

| № п/п | Дата/сроки выполнения | Вид самостоятельной работы | Примерные нормы времени на выполнение | Форма контроля |
|--------------|------------------------------|--|--|-----------------------|
| 1 | 5 неделя семестра | Подготовка доклада по теме «Структура и свойства конструкционных материалов» | 8 час. | УО-3 |
| 2 | 10 неделя семестра | Доклад по теме «Структура и свойства конструкционных материалов» | 8 час. | УО-3 |
| 3 | 12 неделя семестра | Подготовка к опросу по разделу «Механические свойства композитов» | 6 час. | УО-1 |
| 4 | 17 неделя семестра | Опрос по теме «Механические свойства композитов» | 6 час. | УО-1 |
| 5 | 1-18 неделя | Подготовка к проведению ЛР (ЛР-6) | 8 час. | ЛР-6 |
| 6 | 18 неделя | Подготовка к зачету | 18 час. | Зачет |
| | | ИТОГО: | 54 час. | |

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Устные опросы

Вопросы и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Доклады по разделам дисциплины

Темы докладов и критерии оценки размещены в фондах оценочных средств

Лабораторные работы

Пример лабораторной работы

Лабораторная работа 3. Испытания образцов из стекломаталлокомпозита на ударную прочность

Для массовых динамических испытаний практически применяется один метод – ударный изгиб призматических образцов с надрезом. Испытания проводят на маятниковых копрах. В результате таких испытаний определяется ударная вязкость (a_n), которая является характеристикой сопротивления материала воздействию динамических нагрузок. Ударная вязкость – это отношение работы, затраченной на деформацию и разрушение образца при ударном изгибе (A_n) к площади поперечного сечения образца в месте надреза (F):

$$a_n = A_n / F.$$

Таким образом размерность ударной вязкости Дж/м². Ударная вязкость – сложная механическая характеристика, величина которой зависит и от пластичности и от прочности испытываемого материала. Чем выше пластичность и чем больше напряжения на всём протяжении испытаний, тем большее значение работы необходимо затратить на пластическую деформацию и разрушение в процессе испытания, то есть тем больше ударная вязкость. Испытания на ударную вязкость обычно более чувствительны к изменению факторов, влияющих на прочность и пластичность (химический состав материала, неоднородная структура), чем статические испытания, при которых отдельно оцениваются характеристики прочности и пластичности. Обычно работу, затраченную на пластическую деформацию и разрушение, относят к площади поперечного сечения образца. При этом, вследствие слоистости структуры образцов стеклометаллокомпозита, определяется усредненное для выбранного соотношения толщин слоев металлических облицовок и стеклянного слоя значение ударной вязкости. Для того чтобы сделать напряженное состояние образца более жёстким для динамических испытаний на изгиб обычно применяют образцы с надрезом. Поскольку образец стеклометаллокомпозита в основном слое является хрупким материалом, то также как и для чугуна, могут применяться динамические испытания на

ударную вязкость на образцах без надреза. Выбранные образцы имели шлифованную поверхность, на них не имелось трещин, заусенцев. В данной работе испытания проводятся на маятниковом копре МК-30. Максимальная энергия маятника 300 Дж. Основной частью копра является массивный маятник, который может качаться на оси. В поднятом положении маятник обладает определенным запасом энергии (в зависимости от высоты подъёма). При падении маятник, проходя через вертикальное положение ударяет по образцу и разрушает его, на что затрачивается часть энергии маятника. Оставшаяся часть энергии затрачивается на подъём маятника после удара. Скорость движения маятника в момент удара по образцу имеет значение в пределах 4 – 7 м/сек, что соответствует скорости деформации стандартных образцов порядка 100 сек^{-1} . Зная высоту подъёма маятника до и после удара и его вес, можно подсчитать работу, затраченную на разрушение образца. На копре МК-30 эта работа определяется автоматически. Для этого к маятнику прикреплен поводок, который при подъёме маятника в исходное положение устанавливает подвижную рамку со шкалой в определённом положении в соответствии с высотой подъёма маятника, т.е. с запасённой маятником энергией. После удара маятник, поднимаясь, тем же поводком перемещает вдоль шкалы стрелку до уровня, соответствующего высоте подъёма маятника, т.е. его энергии после удара. Таким образом, автоматически определяется разницу энергий маятника до и после удара, т.е. работу, затраченную на пластическую деформацию и разрушение образца. Для вычисления ударной вязкости нужно затраченную при испытании работу разделить на площадь поперечного сечения образца. По замеренным значениям размеров поперечного сечения образцов и работы, затраченной на их разрушение, определяется ударная вязкость для каждого образца.

Подсчитывается среднее значение ударной вязкости для каждого испытания по результатам испытаний трёх образцов. Все данные занесены в

таблицу 2. Для определения удельной ударной вязкости стеклометаллокомпозита, проводится серия испытаний образцов из стеклометаллокомпозита на удар. Образцы имеют следующие геометрические размеры: длина – 5 см, ширина – 1 см, толщина – 1 см. Испытания проводятся в Лаборатории наноструктурированных конструкционных материалов на основе стекла ДВФУ (г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10 – 025) на маятниковом копре. Выполняются 3 серии экспериментов при комнатной температуре 20 С: I. Нанесение удара со стороны металлического слоя II. Нанесение удара со стороны стеклянного слоя III. Нанесение удара по стыку слоёв металл –стекло Результаты испытаний по каждой серии представлены в таблице 2.

Таблица 2–результаты испытаний стеклометаллокомпозита на ударную стойкость

| Серия испытаний | № образца | Затраченная энергия [Дж] | Удельная ударная вязкость [кДж / м ²] |
|-----------------|-----------|--------------------------|---|
| I | 1 | 2,7 | 27,11 |
| | 2 | 2,2 | 22,08 |
| | 3 | 1,8 | 18,31 |
| II | 4 | 2,9 | 29,1 |
| | 5 | 3 | 29,8 |
| | 6 | 1 | 1,02 |
| III | 7 | 2,4 | 23,87 |
| | 8 | 1,8 | 18,4 |
| | 9 | 2 | 1,95 |

Таким образом, среднее значение удельной ударной вязкости составило:

для I-ой серии экспериментов – 24,6 кДж / м²

для II-ой серии экспериментов – 16,6 кДж / м²

для III-ей серии экспериментов $-20,6 \text{ кДж / м}^2$



Рисунок 7 – Образцы стеклометаллокомпозитных стержней после испытаний на удар

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы

Результаты самостоятельной работы студент выполняет в виде письменного отчета, содержащего пояснительную записку.

Изложение в пояснительной записке должно быть сжатым, ясным и сопровождаться формулами, цифровыми данными, схемами. Цифровой материал необходимо оформлять в виде таблиц.

Материал в представляется в следующей последовательности:

- титульный лист;
- задание на ИДЗ;
- материал по теме индивидуального задания;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Материалы пояснительной записки должны быть изложены последовательно, лаконично, логически связаны. Пояснительная записка выполняется на компьютере на одной стороне листа формата А4. Таблицы и схемы могут быть выполнены на листах иного формата, но должны быть аккуратно сложены по формату А4. Объем отчета составляет не более 6-8 страниц.

Титульный лист не нумеруется. На следующем листе ставится номер «2». Номер проставляется арабскими цифрами в нижнем правом углу страницы.

Текст оформляется в соответствии с требованиями делопроизводства, печатается через 1,5 интервала. Сверху страницы делается отступ 20 мм, слева – 25 мм, справа – 15 мм, снизу – 20 мм. Абзацные отступы должны быть равны 5 знакам.

Текст должен быть разделен на разделы и подразделы (заголовки 1-го и 2-го уровней), в случае необходимости – пункты, подпункты (заголовки 3-го и 4-го уровней). Заголовки должны быть сформулированы кратко. Все заголовки иерархически нумеруются.

Основной текст следует набирать шрифтом Times New Roman с обычным начертанием. Заголовки 1-го и 2-го уровней следует набирать с полужирным начертанием, заголовки 3-го и 4-го уровней – обычным. Названия рисунков и таблиц рекомендуется набирать 12 шрифтом с полужирным начертанием.

Критерии оценки самостоятельной работы приведены в фондах оценочных средств.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций | | Оценочные средства | |
|-------|--|---------------------------------------|-------|--------------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основы структурного | ПК-3, | знает | Контрольный опрос (УО-1) | Вопросы 1-8 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 1 | |

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины строения композита | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства | | |
|-------|---|---------------------------------------|--------------------|---|---------------|
| | | | текущий контроль | промежуточная аттестация | |
| | | | владеет | (ПР-6) Защита работы | Вопросы 9-18 |
| 2 | Типы связующих и наполнителей | ПК-3, ПК-7 | знает | Собеседование (УО-1) | Вопросы 19-27 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 2 (ПР-6) | Вопросы 28-37 |
| | | | владеет | Доклад (УО-3) | |
| 3 | Технология производства и применение композитов | ПК-7 | знает | Коллоквиум (УО-2) | Вопросы 36-40 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 3 (ПР-6) Защита работы | Вопросы 41-49 |
| | | | владеет | | |
| 5 | Механические свойства композитов | ПК-3, ПК-7 | знает | Коллоквиум (УО-2) | Вопросы 41-50 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 4-5 | Вопросы 49-58 |
| | | | владеет | (ПР-6) Защита работы | |

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Аннин, Б. Д. Механика композитов : учебное пособие для вузов / Б. Д. Аннин, Е. В. Карпов. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2021 ; Новосибирск : РИЦ НГУ. — 85 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13166-6 (Издательство Юрайт). — ISBN 978-5-4437-0532-3

<http://lib.dvfu.ru/lib/item?id=Urait-449349&theme=FEFU>

2. Алексеев А.Г. Технология конструкционных материалов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / А.Г. Алексеев [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Политехника, 2016. — 599 с. —

<http://www.iprbookshop.ru/59723.html>

3. Макридин, Н. И. Структурообразование и конструкционная прочность цементных композитов : монография / Н. И. Макридин, Е. В. Королев, И. Н. Максимова. — Москва : Московский государственный

строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 152

<https://www.iprbookshop.ru/20039.html>

4. Жарский И.М. Материаловедение [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.М. Жарский [и др.]. — Электрон. текстовые данные. — Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 558 с.

<http://www.iprbookshop.ru/48008.html>

5. Капитонов А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492077>

6. Неверов А.С. Коррозия и защита материалов: Учебное пособие / А.С. Неверов, Д.А. Родченко, М.И. Цырлин. - М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 224 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488262>

Дополнительная литература

1. Онищенко Д.В. Формирование тугоплавких, сорбционных, нановолокнистых материалов и композитных систем / Д. В. Онищенко, В. В. Чаков, Владивосток : Изд. дом Дальневосточного федерального университета , 2012. – 96 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:677602&theme=FEFU>

2. Эшби М. Конструкционные материалы. Полный курс : [учебное пособие] : пер. с англ. / М. Эшби, Д. Джонс. - Долгопрудный : Интеллект , 2010. – 671 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663905&theme=FEFU>

3. Богодухов С.И. Материаловедение : учебник для вузов / С. И. Богодухов, Е. С. Козик. - Старый Оскол : Тонкие наукоемкие технологии , 2013. – 534 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:692809&theme=FEFU>

4. Алимов Л.А. Строительные материалы. Учебник. – М: Академия, 2012. – 316 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:668236&theme=FEFU>

Методика проектирования и расчета прочного корпуса подводного аппарата [Электронный ресурс] / В. В. Пикуль ; Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения РАН, Владивосток: дальнаука, 2011. – 91 с. с илл. и таб.
<https://elibr.dvfu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000822152>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

На изучение дисциплины отводится 54 часа аудиторных занятий и 54 часа самостоятельной работы.

На лекционных занятиях преподаватель объясняет материал, предлагает задания, контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения.

На практических и лабораторных занятиях преподаватель контролирует работу студентов, отвечает на возникающие вопросы, подсказывает ход и метод решения. Если полученных в аудитории знаний окажется недостаточно, студент может самостоятельно повторно прочесть лекцию или соответствующую литературу, просмотреть практикум с разобранными примерами. После выполнения задания, студент защищает его преподавателю в назначенное время.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Оборудование, размещенное в аудиториях для проведения лекционных, лабораторных и практических занятий по дисциплине:

Моноблоки Lenovo C360G-i34164G500UDK – 20 шт;

Мультимедийный проектор, Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 – 1 шт;

Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice, 50 см, размер рабочей области 236x147 см – 1 шт;

Акустическая система для потолочного монтажа с низким профилем, Extron SI 3CT LP (пара) – 3 шт;

Документ-камера Avervision CP355AF – 1 шт;

ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716CCBA – 1 шт;

Сетевая видеочкамера Multipix MP-HD718 – 1 шт.

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПАСПОРТ ФОС

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | |
|--|--------------------------------|--|
| ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты | Знает | государственные стандарты на документирование, обработку и оформление полученных результатов |
| | Умеет | обрабатывать данные с помощью имеющихся в базе программных материалов, готовить отчеты и презентации по предмету |
| | Владеет | основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации, всеми навыками научно-исследовательской работы |

| | | |
|--|---------|--|
| ПК-7 готовностью овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | Знает | критерии подбора и изучения литературных источников, методику анализа поставленных задач в области прикладной механики |
| | Умеет | обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов |
| | Владеет | современными методами и средствами планирования и проведения экспериментальных исследований |

Контроль достижений целей курса

| № п/п | Контролируемые разделы / темы дисциплины | Коды и этапы формирования компетенций | Оценочные средства | | |
|-------|---|---------------------------------------|--------------------|--------------------------------|--------------------------|
| | | | | текущий контроль | промежуточная аттестация |
| 1 | Основы структурного строения композита | ПК-3, | знает | Контрольный опрос (УО-1) | Вопросы 1-8 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 1 (ПР-6) | Вопросы 9-18 |
| | | | владеет | Защита работы | |
| 2 | Типы связующих и наполнителей | ПК-3, ПК-7 | знает | Собеседование (УО-1) | Вопросы 19-27 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 2 (ПР-6) | Вопросы 28-37 |
| | | | владеет | Доклад (УО-3) | |
| 3 | Технология производства и применение композитов | ПК-7 | знает | Коллоквиум (УО-2) | Вопросы 36-40 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 3 (ПР-6) | Вопросы 41-49 |
| | | | владеет | Защита работы | |
| 5 | Механические свойства композитов | ПК-3, ПК-7 | знает | Коллоквиум (УО-2) | Вопросы 41-50 |
| | | | Умеет | Лабораторная работа 4-5 (ПР-6) | Вопросы 49-58 |
| | | | владеет | Защита работы | |

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

| Код и формулировка компетенции | Этапы формирования компетенции | критерии | показатели |
|--------------------------------|--------------------------------|----------|------------|
|--------------------------------|--------------------------------|----------|------------|

| | | | | |
|--|---------|--|---|--|
| ПК-3 способностью критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, современных достижений науки и мировых тенденций развития техники и технологий, ставить задачи и разрабатывать программу исследования, выбирать адекватные способы и методы решения теоретических, прикладных и экспериментальных задач, анализировать, интерпретировать, представлять и применять полученные результаты | Знает | государственные стандарты на документирование, обработку и оформление полученных результатов | знание проблематики задач прикладной механики, потребностей промышленности, мировых тенденций развития | способность сформулировать основные понятия и определения, проблемы и мировые тенденции развития прикладной механики |
| | Умеет | обрабатывать данные с помощью имеющихся в базе программных материалов, готовить отчеты и презентации по предмету | умение критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, предлагать программу исследования, ставить задачи и выбирать методы решения. | способность критически анализировать современные проблемы прикладной механики с учетом потребностей промышленности, способность предлагать программу исследования, ставить задачи и выбирать методы решения |
| | Владеет | основными методами, способами и средствами получения, хранения, обработки информации, всеми навыками научно-исследовательской работы | владение методами построения адекватных математических моделей владение методами конечно-элементного моделирования задач прикладной механики | способность построения адекватных математических моделей исследуемых процессов и систем, способность применять методы конечно-элементного моделирования в задачах прикладной механики для решения, анализа и интерпретации результатов |
| ПК-7 готовностью овладевать новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, | Знает | критерии подбора и изучения литературных источников, методику анализа поставленных задач в области прикладной механики | Знание основ методов и средств проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов; методов статистической | Способность проводить экспериментальные исследования по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов |

| | | | | |
|--|---------|---|---|--|
| надежности, трению и износу машин и приборов; обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | Умеет | обрабатывать, анализировать и обобщать результаты экспериментов | обработки и анализа результатов Умение использовать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов; методы обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов | Способность использовать современные методы и средства проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов |
| | Владеет | современными методами и средствами планирования и проведения экспериментальных исследований | Владение новыми современными методами и средствами проведения экспериментальных исследований по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов; методами обработки, анализа и обобщения результатов экспериментов | Способность проводить анализ и обобщение результатов экспериментов по динамике и прочности, устойчивости, надёжности, трению и износу машин и приборов |

**Методические материалы, определяющие процедуры оценивания
результатов освоения дисциплины**

Оценочные средства для текущей аттестации

**Вопросы для собеседований и коллоквиума по дисциплине
«Механика композитов»**

1. Какие материалы можно назвать композиционными?
2. Присущ ли композиционным материалам синергетический эффект и в чем его суть?
3. Что такое матрица и какие функции она выполняет в композите ?
4. Что такое армирующий элемент?
5. О чем гласит закон створа и кто его автор?

6. Предмет механики композитов. Основные понятия дисциплины.
7. Классификация композитов.
8. Постановка задач механики композитов.
9. Технические характеристики композитов.
10. Теории прочности в механике композитов.
11. Теории моделирования в механике композитов материалы, их структура и неоднородность.
12. Методы расчета упругих характеристик.
13. Упругопластическое поведение композитов.
14. Разрушение анизотропных сред.
15. Теория эффективных модулей в механике композитов.
16. Вычисление упругих модулей для слоистых композитов.
17. Практическое исследование композитов.
18. Теория анизотропных слоистых композитов.
19. Особенности вязкоупругого поведения композитов.
20. Статистические теории в механике композитов.
21. Колебания и волны в армированных композитах.
22. Основные задачи механики слоистых композитов.
23. Основные соотношения упругопластического поведения композитов.
24. Вязкоупругость в теории композитов.
25. Статистические модели композитов.
26. Принципы соответствия в вязкоупругом поведении композитов.
27. Критерии разрушения анизотропных тел.
28. Полидисперсная модель композита.
29. Постановка статистической задачи механики композитов.
30. Точные и приближенные методы вычисления эффективных упругих модулей композитов.
31. Основные соотношения статистической механики композитов.
32. Математическое и физическое определение эффективных модулей.

33. Источники нелинейности в механике композитов и ее проявление.
34. Регулярная структура композита.
35. Бесконечно малые плоские деформации композитов.
36. Что является матрицей в ситаллах?
37. Что такое полимеры и какого происхождения они могут быть?
38. Для каких целей используют эфиры целлюлозы?
39. По каким механизмам происходят реакции полимеризации и поликонденсации?
40. В чем отличие карбоцепных полимеров от элементоорганических?
41. Перечислите основные классификационные признаки армирующих элементов.
42. Основные виды древесных армирующих элементов.
43. Дайте примеры искусственных волокнистых армирующих элементов.
44. Чем отличается штапельное стекловолокно от ровинга?
45. Что такое «аппретирование»; для каких целей оно служит?
46. Опишите основные технологические операции получения стекловолокна.
47. Чем определяется выбор исходных компонентов?
48. Перечислите не менее 4 основных требований к исходным компонентам.
49. От чего зависит смачиваемость армирующих элементов матричным материалом и как ее можно повысить?
50. Почему целесообразно применять методы математического планирования эксперимента при проектировании состава композитов?

Критерии оценки устного опроса:

✓ 100-85 баллов - если ответ показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять

сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 - баллов - ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела механики, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

✓ 75-61 - балл - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов - ответ, обнаруживающий незнание основных положений изучаемого раздела механики, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, сформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа

Комплект лабораторных работ

Лабораторная работа 1. Испытания стеклометаллокомпозитных стержней на растяжение

Описание образцов. Для испытаний на растяжение требуются образцы стеклометаллокомпозита для каждого состава стекла и из алюминиевого сплава АМг-6. Толщина внешнего алюминиевого слоя – 1,2 мм, диаметр стеклянного сердечника – 4,5 мм. Испытания проводятся при комнатной температуре на разрывной машине AGS-50 kN, Shimadzu. На рисунке 3 представлены образцы из стеклометаллокомпозита до и после испытаний.



a)



б)



Рисунок 3 – Испытанные на растяжение образцы из стеклометаллокомпозита

Результаты измерения предела прочности по всем 9 образцам представлены в таблице 1.

| № состава стекла | № образца | Предел прочности, МПа | Среднее значение предела прочности, МПа |
|------------------|-----------|-----------------------|---|
| 1 | 1 | 610 | 586,7±29,4 |
| | 2 | 580 | |
| | 3 | 570 | |
| 2 | 4 | 550 | 563,3±21,6 |
| | 5 | 580 | |
| | 6 | 560 | |
| 3 | 7 | 510 | 513,3±35,6 |
| | 8 | 540 | |
| | 9 | 490 | |

На рисунке 4 представлены диаграммы растяжения образцов из стеклометаллокомпозита для первого состава стекла.

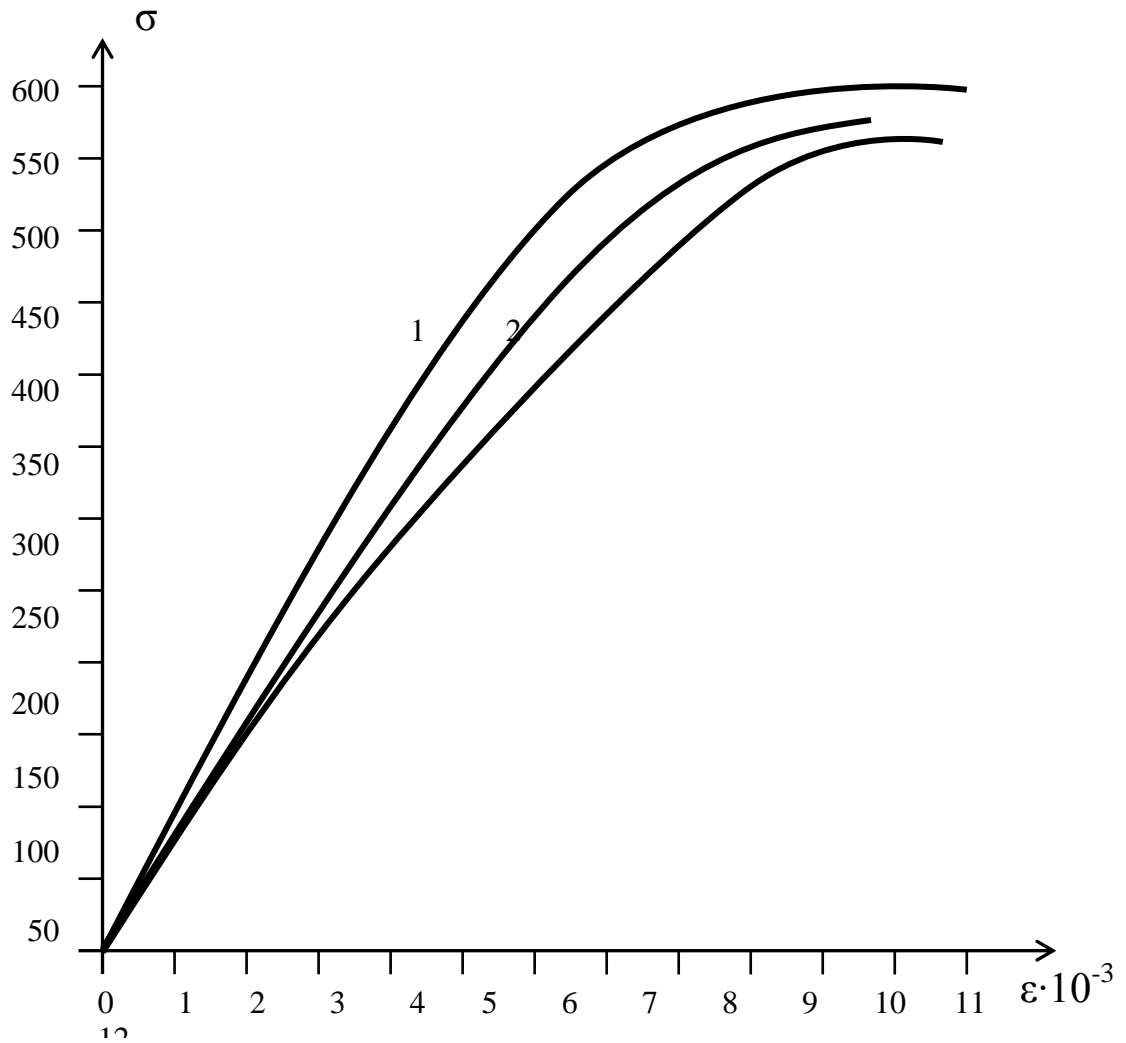


Рисунок 4 – Диаграммы растяжения образцов из стеклометаллокомпозита: номер диаграммы соответствует номеру состава стекла

По данным работы [1] значения предела прочности при одноосном растяжении для АМг-6 находятся в диапазоне от 340 до 520 МПа в зависимости от скорости деформации. Расчётный теоретический предел прочности стекла при растяжении составляет 12 000 МПа, практически эта величина в зависимости от размера образца колеблется от 30 до 60 МПа (при сжатии – 700 ÷ 1000 МПа и более) [2]. Таким образом, экспериментальный предел прочности для стеклометаллокомпозита при всех выбранных составах стёкол выше (на 10 – 50 %), чем у сплава АМг-6 и на порядок превосходит предел прочности стекла, что говорит о повышении прочностных

характеристик при растяжении стеклометаллокомпозита, по сравнению с входящими в его состав материалами. Расхождение в данных по пределу прочности также обусловлено начальной температурой заливки алюминия.

Лабораторная работа 2. Испытания стеклометаллокомпозитных образцов на сдвиг

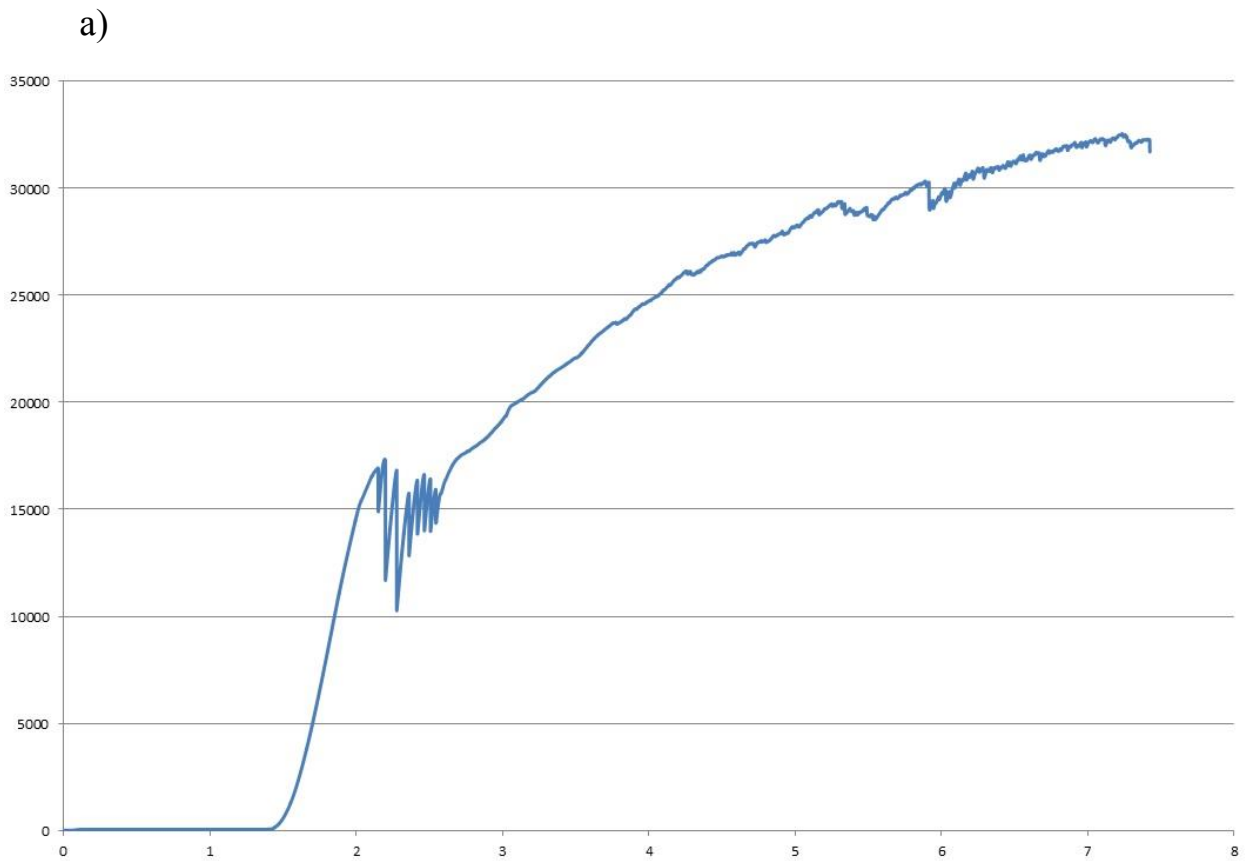
Целью испытаний на сдвиг является определение максимального касательного напряжения, являющегося пределом прочности соединения металлической облицовки со стеклом, которое может возникнуть в диффузионном слое между стеклом и металлом. Для сдвиговых испытаний используются образцы, представляющие из себя трубку из АМг-6 длиной 36 мм, внутренним диаметром 20 мм и наружным 40 мм с залитым внутрь расплавом стекла каждого из трёх выбранных составов. Испытания проводились на той же машине, что и на растяжение. Для них также требуются Т-образный стальной поршень и железная трубка длиной 45 мм, внутренним диаметром 23 мм и наружным 38 мм.

Перед испытанием образец вертикально устанавливается на железную трубку, предварительно поставленную на неподвижную подставку, сверху в стеклянный слой упирался Т-образный поршень, который сверху придавливался прессом испытательной машины.

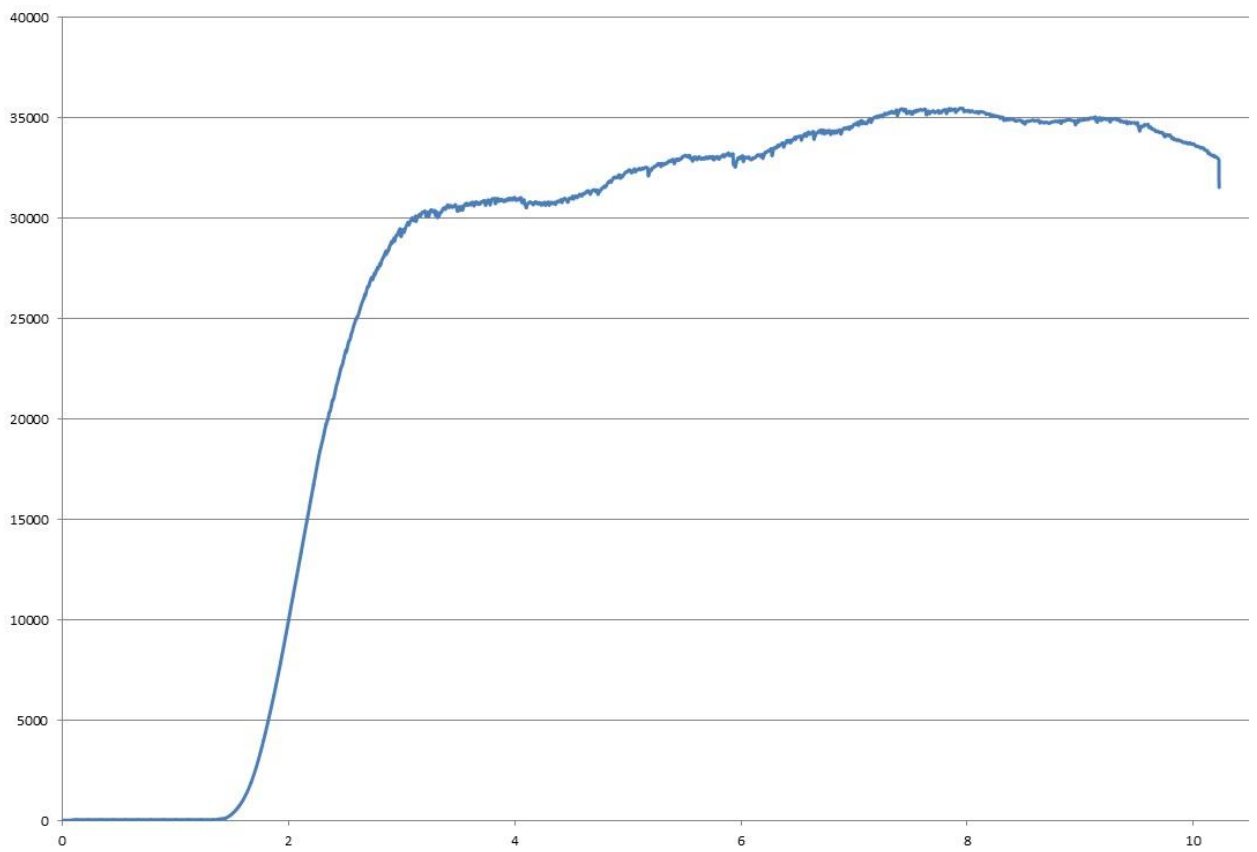
В ходе испытания столб стекла под давлением должен был оторваться от алюминиевой облицовки и постепенно выйти в железную трубку. На рисунке 5 показан готовый к испытаниям образец из стеклометаллокомпозита. Предел прочности соединения определялся как отношение приложенной машиной силы к площади сцепления АМг-6 со стеклом. Во всех испытанных образцах использован состав стекла № 1. На рисунке 6 приведены диаграммы испытаний по сдвиг в координатах ход траверса – приложенная сила.



Рисунок 5 – Образец стекломаталлокомпозита перед сдвиговыми испытаниями



б)



в)

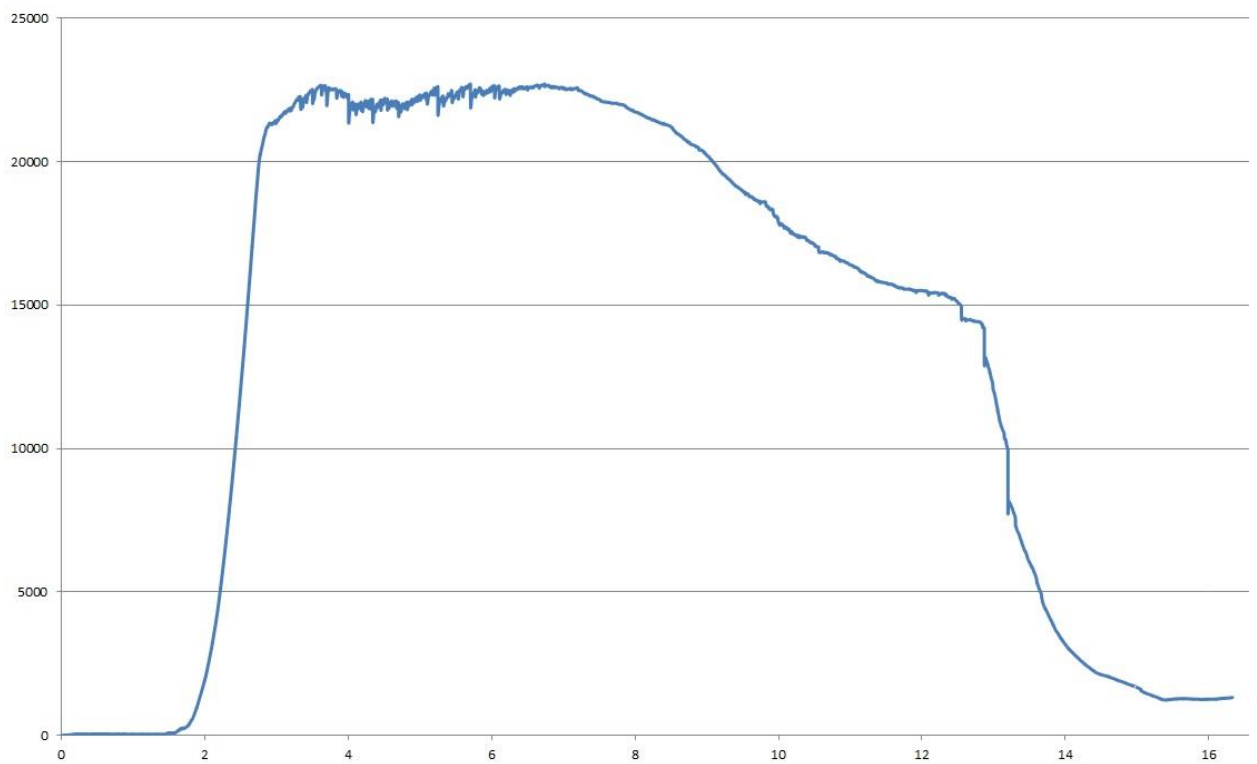


Рисунок 6 – Диаграммы сдвиговых испытаний образцов стекломаталлокомпозита, изготовленных заливкой расплава стекла в

нагретую алюминиевую облицовку: а – при 330 С, б – при 350 С, в – при 300 С.

Как показывают расчёты по результатам сдвиговых испытаний для образца № 1 достигнут предел прочности соединения стеклянного слоя с АМг-6 на сдвиг 1,8 ГПа, для образца № 2 – 3,7 ГПа, для образца № 3 – 5,1 ГПа. Расхождение данных определяется прочностью сцепления слоёв стекла и металла, зависящей от температуры нагрева алюминиевых обшивок. Полученные для 3-го образца результаты соответствуют требованиям ТЗ, однако для подтверждения достоверности полученных данных требуется разработка методики измерения сдвиговых напряжений на границе металл-стекло и отработка технологии изготовления образцов.

Лабораторная работа 3. Испытания образцов из стеклометаллокомпозита на ударную прочность

Для массовых динамических испытаний практически применяется один метод – ударный изгиб призматических образцов с надрезом. Испытания проводят на маятниковых копрах. В результате таких испытаний определяется ударная вязкость (a_n), которая является характеристикой сопротивления материала воздействию динамических нагрузок. Ударная вязкость -это отношение работы, затраченной на деформацию и разрушение образца при ударном изгибе (A_n) к площади поперечного сечения образца в месте надреза (F):

$$a_n = A_n / F.$$

Таким образом размерность ударной вязкости Дж/м². Ударная вязкость – сложная механическая характеристика, величина которой зависит и от пластичности и от прочности испытываемого материала. Чем выше пластичность и чем больше напряжения на всём протяжении испытаний, тем большее значение работы необходимо затратить на пластическую

деформацию и разрушение в процессе испытания, то есть тем больше ударная вязкость. Испытания на ударную вязкость обычно более чувствительны к изменению факторов, влияющих на прочность и пластичность (химический состав материала, неоднородная структура), чем статические испытания, при которых отдельно оцениваются характеристики прочности и пластичности. Обычно работу, затраченную на пластическую деформацию и разрушение, относят к площади поперечного сечения образца. При этом, вследствие слоистости структуры образцов стеклометаллокомпозита, определяется усредненное для выбранного соотношения толщин слоев металлических облицовок и стеклянного слоя значение ударной вязкости. Для того чтобы сделать напряженное состояние образца более жёстким для динамических испытаний на изгиб обычно применяют образцы с надрезом. Поскольку образец стеклометаллокомпозита в основном слое является хрупким материалом, то также как и для чугуна, могут применяться динамические испытания на ударную вязкость на образцах без надреза. Выбранные образцы имели шлифованную поверхность, на них не имелось трещин, заусенцев. В данной работе испытания проводятся на маятниковом копре МК-30. Максимальная энергия маятника 300 Дж. Основной частью копра является массивный маятник, который может качаться на оси. В поднятом положении маятник обладает определенным запасом энергии (в зависимости от высоты подъёма). При падении маятник, проходя через вертикальное положение ударяет по образцу и разрушает его, на что затрачивается часть энергии маятника. Оставшаяся часть энергии затрачивается на подъём маятника после удара. Скорость движения маятника в момент удара по образцу имеет значение в пределах 4 –7 м/сек, что соответствует скорости деформации стандартных образцов порядка 100 сек⁻¹. Зная высоту подъёма маятника до и после удара и его вес, можно подсчитать работу, затраченную на разрушение образца. На копре МК-30 эта работа определяется

автоматически. Для этого к маятнику прикреплен поводок, который при подъёме маятника в исходное положение устанавливает подвижную рамку со шкалой в определённом положении в соответствии с высотой подъема маятника, т.е. с запасённой маятником энергией. После удара маятник, поднимаясь, тем же поводком перемещает вдоль шкалы стрелку до уровня, соответствующего высоте подъёма маятника, т.е. его энергии после удара. Таким образом, автоматически определяется разницу энергий маятника до и после удара, т.е. работу, затраченную на пластическую деформацию и разрушение образца. Для вычисления ударной вязкости нужно затраченную при испытании работу разделить на площадь поперечного сечения образца. По замеренным значениям размеров поперечного сечения образцов и работы, затраченной на их разрушение, определяется ударная вязкость для каждого образца.

Подсчитывается среднее значение ударной вязкости для каждого испытания по результатам испытаний трёх образцов. Все данные занесены в таблицу 2. Для определения удельной ударной вязкости стеклометаллокомпозита, проводится серия испытаний образцов из стеклометаллокомпозита на удар. Образцы имеют следующие геометрические размеры: длина – 5 см, ширина – 1 см, толщина – 1 см. Испытания проводятся в Лаборатории наноструктурированных конструкционных материалов на основе стекла ДВФУ (г. Владивосток, ул. Пушкинская, 10 – 025) на маятниковом копре. Выполняются 3 серии экспериментов при комнатной температуре 20 С: I. Нанесение удара со стороны металлического слоя II. Нанесение удара со стороны стеклянного слоя III. Нанесение удара по стыку слоёв металл –стекло Результаты испытаний по каждой серии представлены в таблице 2.

Таблица 2–результаты испытаний стеклометаллокомпозита на ударную стойкость

| Серия | № образца | Затраченная | Удельная |
|-------|-----------|-------------|----------|
|-------|-----------|-------------|----------|

| испытаний | | энергия [Дж] | ударная вязкость [кДж / м ²] |
|-----------|---|--------------|---|
| I | 1 | 2,7 | 27,11 |
| | 2 | 2,2 | 22,08 |
| | 3 | 1,8 | 18,31 |
| II | 4 | 2,9 | 29,1 |
| | 5 | 3 | 29,8 |
| | 6 | 1 | 1,02 |
| III | 7 | 2,4 | 23,87 |
| | 8 | 1,8 | 18,4 |
| | 9 | 2 | 1,95 |

Таким образом, среднее значение удельной ударной вязкости составило:

для I-ой серии экспериментов – 24,6 кДж / м²

для II-ой серии экспериментов – 16,6 кДж / м²

для III-ей серии экспериментов – 20,6 кДж / м²



Рисунок 7 – Образцы стеклометаллокомпозитных стержней после испытаний на удар

Лабораторная работа 4. Измерение микротвёрдости стеклометаллокомпозита в диффузионном слое

С целью отработки технологии изготовления стеклометаллокомпозита исследовались значения микротвёрдости на образцах, изготовленных из составов стекла №№ 1 и 2. Исследования проводятся на тех же образцах, которые использовались для испытаний на растяжение. Определение микротвёрдости применяется для оценки твёрдости очень малых (микроскопических) объёмов материалов. Метод применяется для измерения твёрдости тонких поверхностных слоёв, покрытий, различных сплавов. Основное назначение – оценка твердости отдельных фаз или структурных составляющих сплавов, а также разницы твердости отдельных участков этих составляющих.

Значения механических характеристик (микротвёрдость, модуль Юнга) выбранных образцов исследовали с помощью динамического ультрамикротвердомера. В качестве индентора использовалась трёхгранная алмазная пирамида Берковича с углом при вершине 115° . При этом значение микротвёрдости (H) рассчитывалось по формуле:

$$H = \alpha \times L / d^2,$$

где L – прилагаемое усилие (мН), d – глубина проникновения индентора в образец (мкм), α – константа, зависящая от формы индентора. Для пирамиды Берковича $\alpha = 37,838$.

Значения модуля упругости (модуля Юнга) рассчитаны по начальному линейному участку разгрузочной кривой с использованием метода Оливера–Фарра. Данные рассчитываются в автоматическом режиме после проведения индентирования. Исследования проводились по невосстановленному отпечатку согласно ГОСТ 9450-76.

Для каждого измерения прилагаемая нагрузка была постоянной и составляла 50 мН. Произведено 20 измерений по 10 для каждого состава

стекла на глубину 30 мкм через каждые 0,6 мм (рисунки 8 и 9 для состава стекла № 1, рисунки 10 и 11 для состава № 2).

Для состава стекла № 1 значения микротвёрдости и модуля Юнга могут быть аппроксимированы по формулам:

$$H = -10693d + 11462;$$

$$E = -230.34d + 241.04.$$

Среднее значение микротвёрдости составило $H = 4255 \pm 173$ МПа.

Для состава стекла № 2 значения микротвёрдости и модуля Юнга могут быть аппроксимированы по формулам:

$$H = -11832d + 12200;$$

$$E = 2.7034d + 81.949.$$

Внешняя часть образца, выполненного из состава стекла № 2, имеет более равномерное распределение значений микротвёрдости. Среднее значение $H = 4125 \pm 79$ МПа.

Исследования твёрдости и модуля Юнга на образцах при выбранных оптимальных условиях заливки, соответствуют значениям этих характеристик, полученных на предыдущих этапах проекта. Разброс значений модуля Юнга примерно совпадает с ранее найденным значением для образцов, изготовленных на лабораторной установке.

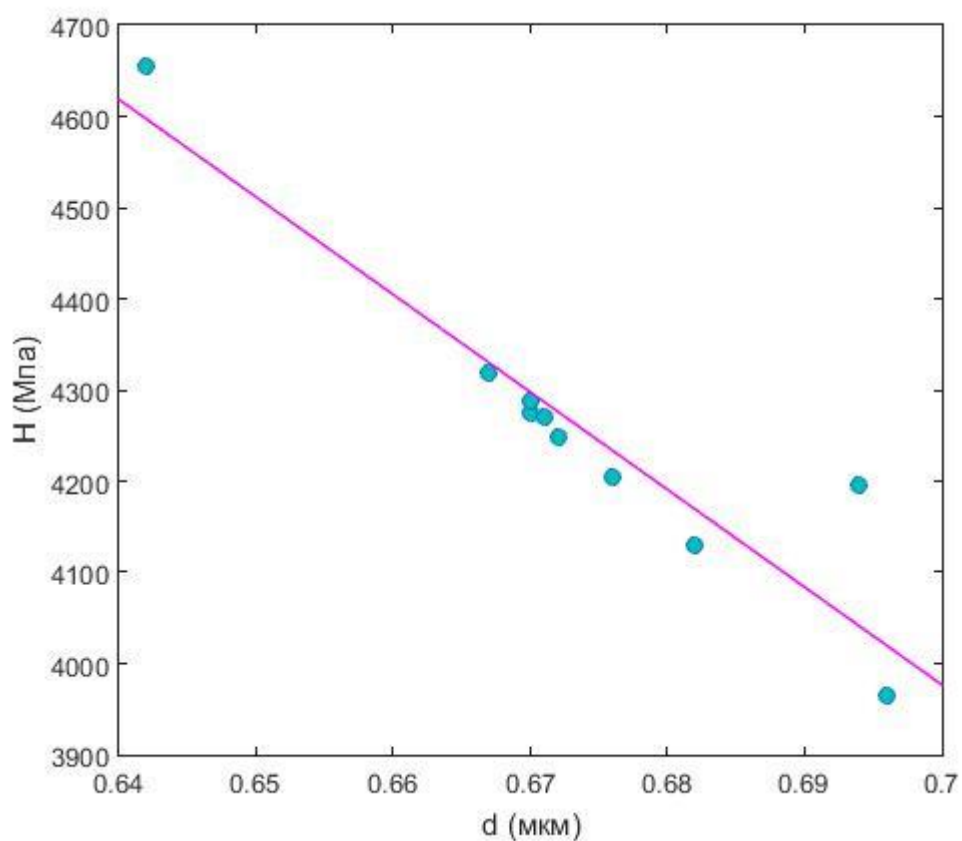


Рисунок 8 – Зависимость микротвёрдости H от глубины проникновения индентора d для состава стекла № 1

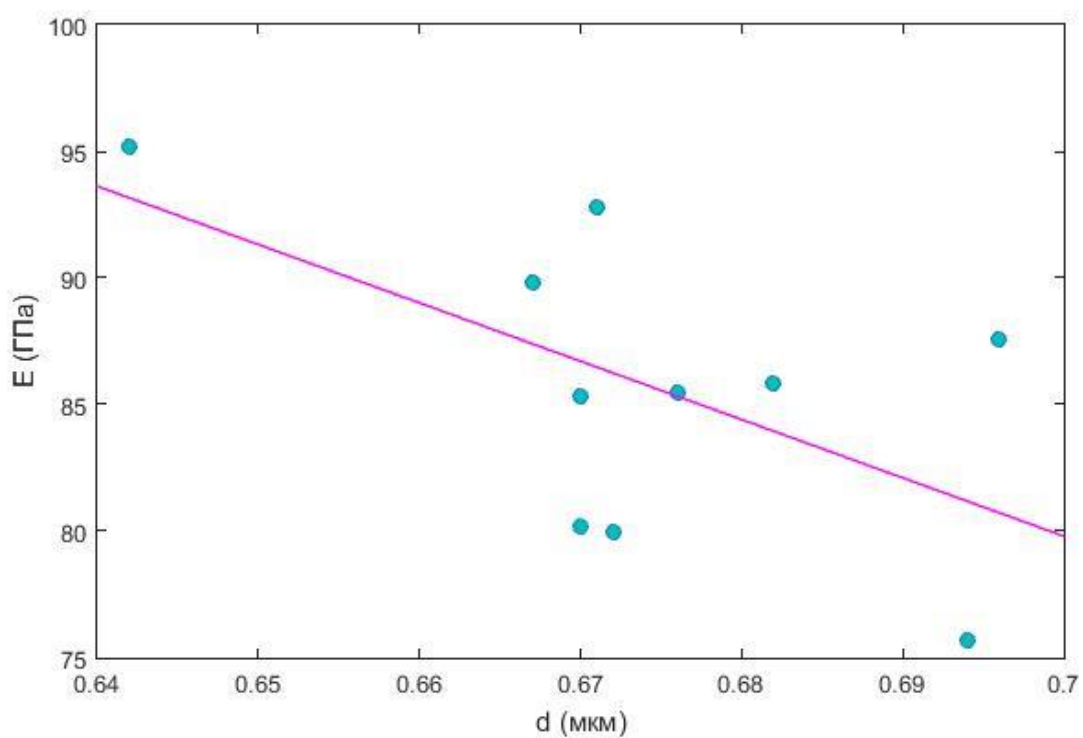


Рисунок 9 – Зависимость модуля Юнга E от глубины проникновения индентора d для состава стекла № 1

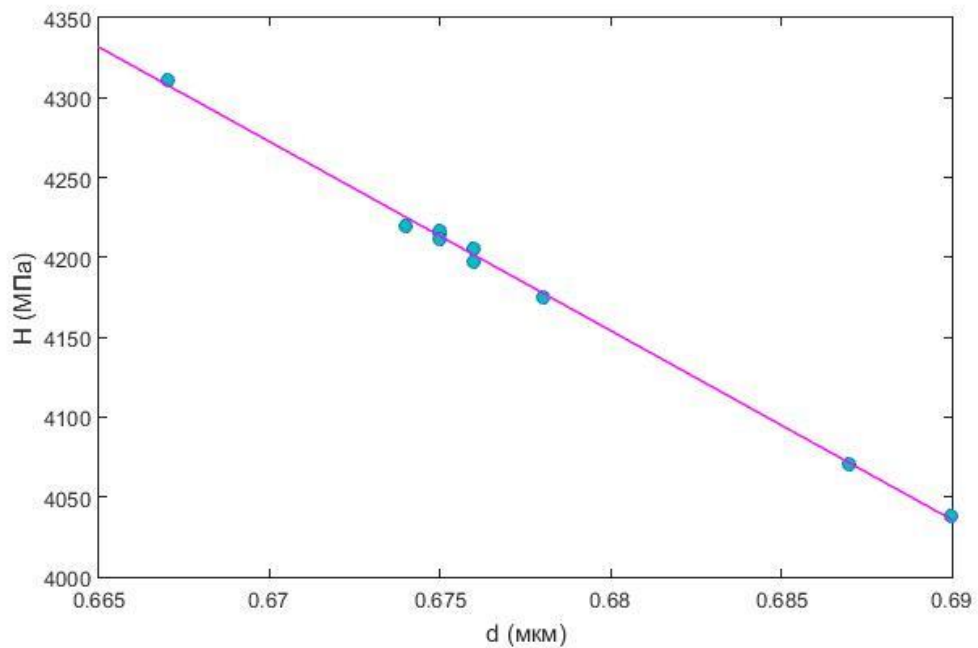


Рисунок 10 – Зависимость микротвёрдости H от глубины проникновения индентора d для состава стекла № 2

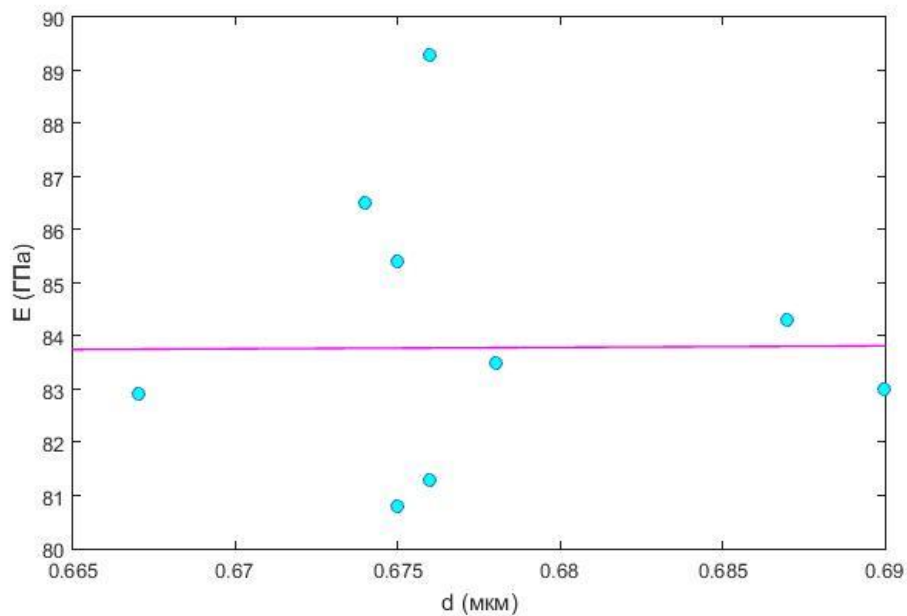


Рисунок 11 – Зависимость модуля Юнга E от глубины проникновения индентора d для состава стекла № 2

Лабораторная работа 5. Гидравлические испытания цилиндрических оболочек из стеклометаллокомпозита (прочные корпуса)

Литература

1. Болтон У. Конструкционные материалы: металлы, сплавы, полимеры, керамика, композиты. Карманный справочник. М: ДМК-Пресс, 2010. – 319 с.
<http://e.lanbook.com/view/book/61016/>
2. Капитонов А.М. Физико-механические свойства композиционных материалов. Упругие свойства [Электронный ресурс] : монография / А. М. Капитонов, В. Е. Редькин. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 532 с. <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=492077>

Критерии оценки лабораторной работы

✓ 10-8 баллов выставляется студенту, если студент выполнил все задания лабораторной работы, в том числе и самостоятельные. Нет фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы. При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 7-6 баллов – работа выполнена полностью; студент выполнил все предложенные в лабораторной работе задания, одно самостоятельное задание . При защите студент отвечает на все вопросы преподавателя.

✓ 5-4 балла – работа выполнена полностью. При защите студент не отвечает на 1-2 вопроса преподавателя.

✓ 1-3 балла – работа выполнена не полностью. Все самостоятельные задания не реализованы . При защите студент не отвечает более, чем на 2 вопроса преподавателя.

Темы докладов

1. Состав, строение и структура полимерных веществ
2. Классификация полимерных материалов
3. Каучуки. Строение и свойства основных натуральных и синтетических каучуков
4. Резины
5. Пластмассы
6. Неорганические стекла
7. Керамики – основные представления, получение, свойства, применение
8. Дисперсно-упрочненные композиционные материалы
9. Волокнистые композиционные материалы с одномерным упрочнителем
10. Инженерные пластмассы

Критерии оценки докладов

✓ 100-85 баллов выставляется студенту, если его доклад показывает прочные знания основных положений изучаемого раздела по теме доклада, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

✓ 85-76 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий прочные знания основных положений изучаемого раздела по теме доклада, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в докладе.

✓ 75-61 балл выставляется студенту, если его ответ, свидетельствующий в основном о знании основных положений изучаемого

раздела по теме доклада, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

✓ 60-50 баллов выставляется студенту, если его ответ, обнаруживающий незнание процессов основных положений изучаемого раздела по теме доклада, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

Оценочные средства для промежуточной аттестации **Перечень типовых зачетных вопросов**

1. Предмет механики композитов. Основные понятия дисциплины.
2. Классификация композитов.
3. Постановка задач механики композитов.
4. Технические характеристики композитов.
5. Теории прочности в механике композитов.
6. Теории моделирования в механике композитов материалы, их структура и неоднородность.
7. Методы расчета упругих характеристик.
8. Упругопластическое поведение композитов.
9. Разрушение анизотропных сред.
10. Теория эффективных модулей в механике композитов.
11. Вычисление упругих модулей для слоистых композитов.
12. Практическое исследование композитов.
13. Теория анизотропных слоистых композитов.

14. Особенности вязкоупругого поведения композитов.
15. Статистические теории в механике композитов.
16. Колебания и волны в армированных композитах.
17. Основные задачи механики слоистых композитов.
18. Основные соотношения упругопластического поведения композитов.
19. Вязкоупругость в теории композитов.
20. Статистические модели композитов.
21. Принципы соответствия в вязкоупругом поведении композитов.
22. Критерии разрушения анизотропных тел.
23. Полидисперсная модель композита.
24. Постановка статистической задачи механики композитов.
25. Точные и приближенные методы вычисления эффективных упругих модулей композитов.
26. Основные соотношения статистической механики композитов.
27. Математическое и физическое определение эффективных модулей.
28. Источники нелинейности в механике композитов и ее проявление.
29. Регулярная структура композита.
30. Бесконечно малые плоские деформации композитов.

Типовые задачи к зачету

Задача 1. Построить нормированную корреляционную функцию модельного поля структуры однонаправленного волокнистого композита при заданном коэффициенте заполнения $\rho=0,6$ и при среднем значении диаметра $d=8$. Определить является ли построенная структура статически однородной. (Для различных входных данных и различных типов композита).

Задача 2. В результате эксперимента получены значения случайных диаметров стеклянных волокон, являющихся армирующими элементами в однонаправленном стеклопластике марки ЖСР.

Эти значения представлены в виде выборки:

| | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 11 | 22 | 31 | 12 | 5 | 21 | 32 | 23 | 33 | 6 |
| 24 | 37 | 13 | 25 | 14 | 38 | 7 | 25 | 15 | 41 |
| 30 | 16 | 40 | 8 | 29 | 38 | 9 | 34 | 17 | 21 |
| 35 | 18 | 42 | 19 | 26 | 39 | 20 | 27 | 43 | 44 |
| 36 | 37 | 28 | 45 | 27 | 48 | 22 | 47 | 26 | 36 |

Требуется:

1. Составить интервальные статистические ряды распределения частот и относительных частот экспериментальных значений случайной величины x .

2. Построить полигон частот и гистограмму относительных частот статистического распределения выборки.

Задача 3. Построить случайное поле структуры однонаправленного волокнистого композита, армирующие элементы которого – цилиндрические волокна при заданном коэффициенте заполнения среды, равном P , считая распределение включений диаметров известным.

Критерии выставления оценки студенту на зачете по дисциплине «Механика композитов»

| Баллы (рейтинговая оценка) | Оценка экзамена (стандартная) | Требования к сформированным компетенциям |
|----------------------------------|-------------------------------------|---|
| 60-100 | «зачет» | «Зачет» выставляется студенту, если он прочно усвоил учебный материал по механике конструкционных материалов, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, свободно использует компьютер для сбора и анализа данных, правильно обосновывает принятое решение, владеет навыками и приемами выполнения практических задач, связанных использованием конструкционных материалов в области профессиональной деятельности. |
| 0-59 | «незачет» | «незачет» выставляется студенту, который не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки, выполняя практические работы. Оценка «незачет» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине |