

### Спецификация для заключительного (очного) этапа Олимпиады «Я – профессионал»

Название направления	<b>Технологии композитов</b>
Указание уровня подготовки	Категория «Магистратура/специалитет»
Описание целевой аудитории	<p>Данный тест подготовлен в рамках олимпиады «Я – профессионал» и предназначен для оценки знаний и навыков студентов специалитета/магистратуры, обучающихся в первую очередь по направлениям:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Материаловедение и технологии материалов;</li> <li>• Материаловедение в машиностроении;</li> <li>• Машиностроение</li> </ul> <p>а также студентов других машиностроительных специальностей, интересующихся исследованиями и разработками в области композиционных материалов.</p>
Максимальное количество баллов	100
Время на выполнение	240 минут
Список ресурсов для самостоятельной подготовки	<p>1. Баженов, С.Л. Полимерные композиционные материалы /С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. – М.: «Интеллект», 2010. – 352с.</p> <p>2. Буланов, И.М., Воробей, В.В. Технология ракетных и аэрокосмических конструкций из композиционных материалов: учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, – 1998. – 516 с.</p> <p>3. Васильев, В. В. Композиционные материалы: Справочник / В.В. Васильев, В. Д. Протасов, В. В. Болотин [и др.]. – М.: Машиностроение. – 1990. – 512 с.</p> <p>4. Горбаткина, Ю.А. Адгезионная прочность в системах полимер волокно / Ю.А. Горбаткина. М.: Химия. – 1987 – 192 с.</p> <p>5. Гузева Т.А. Методы оценки свойств связующих, применяемых при производстве изделий из полимерных композиционных материалов / Т.А. Гузева // Все материалы. Энциклопедический справочник. – 2014. –№ 5. –С.</p>

	<p>22–24.</p> <p>6. Куперман, А.М., Горбаткина, Ю.А., Турусов, Р.А. Высокопрочные армированные пластики // Химическая физика. – 2012. – Т. 31. – № 8. – С. 50-58.</p> <p>7. Технические свойства полимерных материалов: Уч.-справ. Пос. / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб. Изд-во «Профессия», –2003. – 240с.</p> <p>8. Технология производства изделий и интегральных конструкций из композиционных материалов в машиностроении // Научные редакторы А.Г. Братухин, В.С. Боголюбов, О.С. Сироткин. – М.: Готика, 2003. – 516с.</p>
<p>Описание структуры задания</p> <p>Указание максимального балла за каждое задание</p>	<p>Задание финального этапа состоит из 2 частей: теоретической и практической. В теоретической части участником нужно ответить на 15 вопросов. На теоретическую часть отводится 60 мин. В практической части необходимо провести расчет лопатки турбины. На выполнение практической части отводится 60 мин.</p> <p>Общее количество баллов – 100.</p> <p>За выполнение заданий теоретической части можно получить максимально 30 баллов. За выполнение практической части – 70 баллов.</p> <p>Критерии оценивания заданий практической части приведены в демоверсии заданий.</p>

**Всероссийская олимпиада студентов «Я – профессионал»**

**Демонстрационный вариант**

задания заключительного (очного) этапа

по направлению **«Технологии композитов»**

Категория участия: «Магистратура/специалитет»  
(для поступающих в аспирантуру/ординатуру)

**ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

1. От скорости охлаждения и температуры в процессе формования изделия зависят:
  - 1) Размеры кристаллов
  - 2) Скорость кристаллизации
  - 3) Температура процесса
  - 4) Давление процесса

*Ответ: 1*
2. Выберите верные недостатки при формовании ПКМ ручной укладкой и напылением
  - 1) Невозможность получения изделий сложной формы и большого размера
  - 2) Высокая стоимость оснастки
  - 3) Универсальность
  - 4) Зависимость качества изделий от квалификации формовщика

*Ответ: 4*
3. Полимеры, молекулы которых содержат несколько типов мономерных звеньев, называются
  - 1) Поликонденсатами
  - 2) Гетерополимерами
  - 3) Соплимерами
  - 4) Полимеризаторами

*Ответ: 3*
4. Расположить термореактивные связующие по убыванию максимальной температуры эксплуатации:
  - 1) Цианатэфирные
  - 2) Полиэфирные
  - 3) Эпоксидные
  - 4) Фталонитрильные
  - 5) Бисмалеимидные

*Ответ: 4, 1, 5, 3, 2*
5. Расположите связующие по убыванию вязкости в момент пропитки:

- 1) RFI –связующие
- 2) RTM-связующие
- 3) Связующие для препрегов

*Ответ: 3, 1, 2*

6. Пресс-материалы, изготавливаемые из бумаги, пропитанной олигомерным связующим, называются:

- 1) волокнистами;
- 2) премиксами;
- 3) препрегами;
- 4) гетинаксами;
- 5) текстолитами.

*Ответ: 4*

7. Локальные напряжения в композите достигают максимальных значений:

- 1) в армирующей фазе;
- 2) в матрице;
- 3) на границе раздела волокно/матрица.

*Ответ: 3*

8. Для получения стеклопластиков конструкционного и электротехнического назначения используют:

- 1) бесщелочное алюмоборосиликатное Е-стекло;
- 2) магнезиальное алюмосиликатное стекло М-стекло;
- 3) свинцовосиликатное стекло L-стекло;
- 4) стекло щелочного состава А, С-стекла;
- 5) кварцевые и кремнеземные волокна.

*Ответ: 1*

9. Как называется схема пропитки, при которой трубки подачи связующего расположены так, что на оснастке от одного или нескольких продольных каналов отходят множество поперечных каналов, при этом продольные каналы преимущественно играют роль подводящих связующее к поперечным:

- 1) центробежная
- 2) линейная
- 3) скелетная
- 4) последовательная линейная

*Ответ: 3*

10. Как называется трансферный метод формования, в котором на одной из поверхностей жесткой двусторонней оснастки создаются временные транспортные каналы для увеличения скорости пропитки сухого наполнителя:

- 1) Channel-Assisted RTM
- 2) Rubber-Assisted RTM
- 3) Thermal Expansion RTM
- 4) High-Speed RTM

*Ответ: 1*

11. В чем заключается ключевое преимущество композиционных материалов на основе 3D преформ по сравнению со слоистыми пластиками?

Ответ: высокая устойчивость к расслоению

12. Какое количество слоев в преформе со схемой укладки  $[0; +45; -45; 90]_5 S$ ?

- 1) 4;
- 2) 5;
- 3) 20;
- 4) 40.

Ответ: 4

13. Класс критериев прочности анизотропных материалов, являющиеся частным случаем критерия Мизеса-Хилла, и сочетающих в одном уравнении нормальные и касательные напряжения.

- 1) Критерии максимальных напряжений
- 2) Критерии максимальных деформаций
- 3) Квадратичные критерии
- 4) Критерии по видам разрушения

Ответ: 3

14. Сколько модулей упругости ортотропного материала необходимо задать в рамках гипотезы плосконапряженного состояния

- 1) Один
- 2) Два
- 3) Три
- 4) Ни одного

Ответ: 2

15. В чем состоит отличие метода вакуумной инфузии от классического метода инъекции (RTM)?

- 1) прижим формы и пуансона осуществляется с помощью вакуума
- 2) пуансон представляет собой легкий позитивный оттиск формы
- 3) вместо пуансона используют вакуумный мешок

Ответ: 3

## ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В данной части олимпиадного задания участник должен провести расчет лопатки турбины (рис. 1). Геометрия лопатки в виде поверхности выдается участникам в файле формата stp.



Рис. 1. Изображение 3D-модели поверхности лопатки турбины.

## СХЕМА НАГРУЖЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ

Выданная модель поверхности прикреплена к системе координат (изображена на рис. 2), на данную систему координат следует опираться при задании нагрузки. На лицевую поверхность лопатки (выделена на рис. 2 зеленым цветом) действует распределенная нагрузка по оси X  $F_x = -50$  Н и по оси Y  $F_y = 100$  Н (рис. 2). Лопатка

имеет заделку в основании (поверхность, ограниченная в перемещении, выделена красным на рис. 3).



Рис. 2. Граничные условия, нагрузка, система координат.



Рис. 3. Граничные условия, заделка.

Необходимо найти такую укладку слоев композиционного материала, при котором максимальная прогиб лопатки в направлении оси Y составит 3 мм. При этом лопатка должна получиться как можно более легкой.

По результатам работы предоставить отчет, в котором будут отображены следующие данные:

- изображение конечно-элементной сетки (необходимо показать кэ-сетку);
- изображение расчетной модели с отображением ограничений и нагрузок;
- изображение эквивалентных напряжений по мизесу для слоя с максимальным напряжением;
- изображение перемещений в модели в направлении y;
- предоставить схему укладки слоев по толщине модели;
- расчетный файл.

На выполнение работы отводится 60 минут.

## МАТЕРИАЛЫ

Механические характеристики монослоя:

<b>Модуль упругости при растяжении (X)</b>	ГПа	90
<b>Модуль упругости при растяжении (Y)</b>	ГПа	90
<b>Модуль упругости при растяжении (Z)</b>	ГПа	9
<b>Модуль упругости при сдвиге (XY)</b>	ГПа	18
<b>Модуль упругости при сдвиге (YZ)</b>	ГПа	3
<b>Модуль упругости при сдвиге (XZ)</b>	ГПа	3
<b>Коэффициент Пуассона (XY)</b>		0,05
<b>Коэффициент Пуассона (YZ)</b>		0,3
<b>Коэффициент Пуассона (XZ)</b>		0,3
<b>Прочность при растяжении (X)</b>	МПа	600
<b>Прочность при растяжении (Y)</b>	МПа	600
<b>Прочность при растяжении (Z)</b>	МПа	50
<b>Прочность при сжатии (X)</b>	МПа	500



<b>Прочность при сжатии (Y)</b>	МПа	500
<b>Прочность при сжатии (Z)</b>	МПа	150
<b>Прочность при сдвиге в плоскости листа</b>	МПа	120
<b>Прочность при межслоевом сдвиге</b>	МПа	50
<b>Толщина монослоя</b>	мм	0,2
<b>Плотность</b>	кг/м <sup>3</sup>	1500

## КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ РАСЧЕТНОГО КОНКУРСА.

Максимальное количество баллов – 70.

### 1. Раздел постановки/решения задачи (максимум 20 баллов):

	Да	Нет
Создана КЭ-модель	5	0
Верно указаны граничные условия	5	0
Задана структура композиционного материала	5	0
Проведен расчет поставленной задачи	5	0

### 2. Раздел оценки достижения поставленной задачи (максимум 30 баллов):

Если участник подобрал укладку таким образом, что расчетное значение прогиба отличается от заданного не более чем на 0,5 мм, участник получает 30 баллов. За отклонение результата от требуемого на каждые дополнительные 0,5 мм дополнительно вычитается по 6 баллов.

Отклонение результата, мм	Баллы
± 0,5	30
± 1,0	24
± 1,5	18
± 2,0	12
± 2,5	6
> 2,5	0

**ВНИМАНИЕ!** Если отклонение расчетного значения прогиба отличается от заданного более чем на 2,5 мм, участник получает за 2 и 3 разделы 0 баллов.

### **3. Раздел оценки массы (максимум 20 баллов):**

После завершения конкурса проводится оценка массы лопатки, исходя из предоставленной конкурсантом укладки слоев. Участник, лопатка которого оказалась самой легкой, получает 20 баллов. Участник, лопатка которого оказалась самой тяжелой, получает 0 баллов. Баллы другим участникам начисляются пропорционально значению массы лопатки в сравнении с наиболее легкой и тяжелой (от 1 до 19 баллов, с округлением до 1 балла).