

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«КАЗАНСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. А.Н. ТУПОЛЕВА-КАИ»**

Институт авиации наземного транспорта и энергетики
Кафедра «Производство летательных аппаратов»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по ОД
Н.Н. Маливанов
«24» _____ 201__ г.
Регистрационный № _____



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

учебной дисциплины

Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов

Индекс по ФГОС ВПО (учебному плану) БЗ.В.ДВ.6.2.

Направление: 160100.62 «Авиационное строительство»

Вид профессиональной деятельности: Проектно-конструкторская

Профиль подготовки: П2 «Технология производства самолетов»

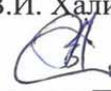
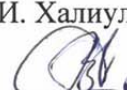
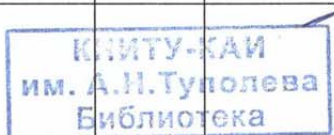
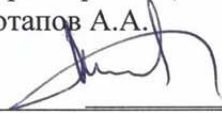


Казань
2013 г.

Рабочая программа составлена на основе требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования к содержанию и уровню подготовки выпускника по направлению 160100.62, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации №733 от 16.12.2009 г. и в соответствии с рабочим учебным планом направления 160100.62, утвержденным ректором КНИТУ-КАИ 26.12.2011 г.

Рабочую программу учебной дисциплины разработал:

канд. техн. наук, доцент кафедры ПЛА  В.В. Батраков

Рабочая программа дисциплины:	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	подпись
РЕКОМЕНДОВАНА	Кафедра ПЛА	30.09.2013	12	Зав. кафедрой ПЛА В.И. Халиулин 
СОГЛАСОВАНА	Кафедра ПЛА	30.09.2013	12	Зав. кафедрой ПЛА В.И. Халиулин 
	Кафедра КиПЛА	30.09.2013	1	Зав. кафедрой КиПЛА В.Г. Гайнутдинов 
ОДОБРЕНА	Ученый совет ИАНТЭ	23.09.2013	1	Директор ИАНТЭ С.Э. Тарасевич 
СОГЛАСОВАНА	Библиотека			Директор библиотеки Мартынова Е.А. 
СОГЛАСОВАНА	УМЦ КНИТУ-КАИ			Директор УМЦ Потапов А.А. 

Рабочая программа дисциплины разработана на основе выполнения требований следующих нормативных документов:

- ФГОС ВПО по направлению подготовки 160100.62 (утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 16.12.2009 г. № 733);
- Учебного плана по направлению 160100.62 (утвержденный Ученым советом КНИТУ-КАИ 26.12.2011г.);
- Стандарта ВУЗа СТБ.7.3-02-2013. Разработка рабочей программы учебной дисциплины;
- приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечню критических технологий Российской Федерации (Указ Президента РФ от 7 июля 2011 г. N 899);
- государственной программе Российской Федерации «Развитие образования» на 2013-2020 годы (Распоряжение Правительства РФ от 22 ноября 2012 г. № 2148-р);
- государственной программе «Развитие науки и технологий» (Распоряжение Правительства РФ от 20 декабря 2012 г. №2433-р).

РАЗДЕЛ 1. Исходные данные и конечный результат освоения дисциплины.

1.1. Цели и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе.

1.1.1. Цели и задачи изучения дисциплины.

Основная цель дисциплины «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов» - технологическое образование бакалавра по направлению «Авиационно-космическое строительство», подготовка молодого специалиста к самостоятельному решению технологических проблем и задач в процессе изготовления и контроля конструкций летательных аппаратов из композиционных материалов, ознакомление с методами проектирования технологических процессов, оснастки и оборудования.

Основными задачами дисциплины являются выработка у будущего специалиста развернутых представлений о роли современных композиционных материалов в авиационно-космической технике и специфике технологических процессов получения конструкций из КМ; ознакомление с основами процессов, оборудованием и оснасткой, используемыми при изготовлении деталей и узлов из композиционных материалов, а также техпроцессами механической обработки и соединения деталей между собой.

1.1.2. Место дисциплины в учебном процессе.

Дисциплина «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов» входит в состав вариативной части Профессионального цикла ООП ВПО. «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов», является завершающей в предшествующем комплексе технологических дисциплин.

1.1.3. Междисциплинарное согласование:

Для успешного освоения программы студент должен знать:

- Теоретическая механика (ОУ-1, ПК-9, ПТ-5, ЭИ-3, ЭИ-4);
- Материаловедение (ОУ-1, ПК-1, ПК-7, ПТ-1, ПТ-4, ЭИ-2);
- Технология конструкционных материалов (ОУ-1, ПК-1, ПК-7, ПТ-1, ПТ-4, ЭИ-2).

Параллельно с данной дисциплиной продолжают изучать следующие дисциплины:

- Расчет самолета на прочность (ПК-6, ПК-8, ЭИ-4, ЭИ-5-14);
- Безопасность жизнедеятельности (ОК-14, ОУ-2, ПК-1, ПК-9, ПТ-6, ЭИ-6).

1.2. Квалификационные требования к содержанию и уровню освоения дисциплины.

1.2.1. Объем дисциплины (с указанием трудоемкости всех видов учебной работы).

Таблица 1. Объем дисциплины

Виды учебной работы	Общая трудоемкость		семестр	
	в ЗЕТ	в час.	7	
			в ЗЕТ	в час
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость дисциплины	3	108	3	108
<i>Аудиторные занятия</i>	1,5	54	1,5	54
Лекции	0,5	18	0,5	18
Практические занятия	0,5	18	0,5	18
Семинары	-	-	-	-
Лабораторные работы	0,5	18	0,5	18
Другие виды аудиторных занятий	-	-	-	-
<i>Самостоятельная работа студента</i>	1,5	54	1,5	54
Базовая СРС:	1,5	54	1,5	54
Проработка учебного материала	1,5	54	1,5	54
Подготовка к промежуточной аттестации (зачету)	-	-	-	-
Дополнительная СРС:	-	-	-	-
Курсовой проект	-	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-	-
Итоговая аттестация:			зачет	

1.2.2. Перечень компетенций, которые должны быть реализованы в ходе освоения дисциплины.

Таблица 2. Компетенции, предназначенные для освоения

Коды формируемых компетенций	Наименование компетенции	Краткое содержание компетенций, предназначенных для освоения в дисциплине
1	2	3
ПК	Профессиональные компетенции выпускника	
ПК-6	владеть методами и иметь навыки моделирования и создания авиационных конструкций на основе современных информационных технологий с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ	• знать: современные информационные технологии с использованием средств автоматизации проектно-конструкторских работ; • уметь: пользоваться стандартным пакетом прикладных программ по моделированию авиационных конструкций; • владеть: методами и иметь навыки

		моделирования и создания авиационных конструкций.
ПК-8	иметь навыки в общении с нормативно-технической документацией и владеет методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	• знать: нормативно-техническую документацию, связанную с авиационным производством; • уметь: разрабатывать техническую документацию, сопровождающую технологический процесс изготовления конструкций; • владеть: методами контроля соответствия разрабатываемой технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ЭИ-4	готовностью к участию в составлении отчетов по выполненному заданию	• знать: документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции; • уметь: свободно ориентироваться в специализированной литературе; • подготавливать данные для составления обзоров, отчетов и научных публикаций.
ЭИ-5	способностью участвовать во внедрении результатов исследований и разработок	• знать: процессы, необходимые для возможности внедрения результатов исследований и разработок в производство; • уметь: проводить измерения и наблюдения, составлять описания проводимых исследований; • владеть: организаторскими способностями.

1.2.3. Составляющие компетенций и уровни их освоения.

Таблица № 3. Составляющие компетенций и уровни их освоения

Составляющие компетенций	Код составл.	Содержание составляющей компетенции	Уровни освоения составляющей компетенции		
			Пороговый	Продвинутый	Превосходный
КОД компетенции ПК-6					
когнитивная	ПК-6.к	Должен владеть теоретическими знаниями в области моделирования и создания авиа-	Должен иметь развернутые представления о роли современных композиционных мате-	Должен знать основы процессов, оборудованием и оснасткой, используемыми при из-	Должен знать процессы, оборудование и оснастку, используемые при изготовлении деталей и

		ционных конструкций.	риалов в авиационно-космической технике и специфике технологических процессов получения конструкций из КМ.	готовлении деталей и узлов из композиционных материалов.	узлов из композиционных материалов, а также техпроцессы механической обработки и соединения деталей между собой.
операционная	ПК-6.о	Должен владеть практическими навыками моделирования и создания авиационных конструкций.	Должен обладать навыками практического составления операционного процесса изготовления деталей из КМ.	Должен обладать навыками практической разработки моделей технологической оснастки для изготовления деталей из КМ.	Должен обладать навыками практической разработки полного технологического процесса изготовления деталей из КМ.
методическая	ПК-6.м	Способен выбирать нормативные и методические материалы по технологиям изготовления и контролю деталей из композитов.	Способен знать существующие нормативные и методические материалы по технологиям изготовления и контролю деталей из композитов.	Способен выбирать необходимые нормативные и методические материалы для конкретного технологического процесса изготовления детали.	Способен применять на практике данные из нормативных и методических материалов для конкретного технологического процесса изготовления детали и ее контроля.
информационная	ПК-6.и	Способен выбирать методические материалы по технологиям изготовления и контролю деталей из композитов, используя современные информационные технологии.	Способен знать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по изготовлению деталей из композитов.	Способен выбирать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по контролю деталей из композитов.	Способен применять на практике современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по изготовлению и контролю деталей из композитов.
аргументировочная	ПК-6.а	Способен обоснованно	Способен обоснованно	Способен обоснованно	Способен обоснованно

		представлять и пояснять информацию о выборе технологических процессов изготовления и контроля деталей из композитов.	представлять и пояснять информацию о выборе средств автоматизации проектно-конструкторских работ.	представлять и пояснять информацию о выборе методов моделирования авиационных конструкций.	представлять и пояснять информацию о выборе технологии изготовления и контроля деталей из композитов.
КОД компетенции ПК-8					
когнитивная	ПК-8.к	Владеет теоретическими знаниями в области разработки технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Должен знать нормативно-техническую документацию, связанную с авиационным производством.	Должен знать техническую документацию, сопровождающую технологический процесс изготовления деталей.	Должен знать техническую документацию, сопровождающую технологический процесс контроля деталей.
операционная	ПК-8.о	Владеет навыками практического использования технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Владеет практическими навыками использования технической документации в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Владеет практическими навыками использования технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Владеет практическими навыками и приемами составления технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.
методическая	ПК-8.м	Способен выбирать стандарты, технические усло-	Способен знать существующие нормативные	Способен знать существующие нормативные	Способен применять на практике данные из норма-

		вия и другие нормативные документы в области изготовления и контроля деталей из композитов.	и методические материалы в области изготовления деталей из композитов.	и методические материалы в области контроля деталей из композитов.	тивных и методических материалов в области изготовления и контроля деталей из композитов.
информационная	ПК-8.и	Способен выбирать методические материалы для составления технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен знать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления технической документации в области изготовления деталей из композитов.	Способен выбирать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления технических условий в области контроля деталей из композитов.	Способен применять на практике современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.
аргументированная	ПК-8.а	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о выборе технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о выборе технической документации в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о выборе технических условий в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о выборе технической документации, технических условий и других нормативных документов в области изготовления и контроля деталей из композитов.
КОД компетенции					

ЭИ-4 когнитивная	ЭИ-4.к	Владеет теоретическими знаниями в области составления отчетов.	Должен знать основные основную документацию, необходимую для поддержки всех этапов жизненного цикла разрабатываемой конструкции.	Должен знать основные принципы специализированную литературу, необходимую для написания отчетов.	Должен знать основные методы составления отчетов по выполненному заданию.
операционная	ЭИ-4.о	Должен владеть практическими навыками написания отчетов.	Должен обладать практическими навыками подготовки данных для составления обзоров выполненных работ.	Должен обладать практическими навыками подготовки данных для составления отчетов о выполненных работах.	Должен обладать практическими навыками подготовки данных для написания научных публикаций.
методическая	ЭИ-4.м	Способен выбирать методические материалы необходимые для составления отчетов.	Способен знать существующие методические материалы необходимые для составления отчетов.	Способен выбирать необходимые методические материалы для выполнения конкретного задания.	Способен применять на практике данные из методических материалов для составления отчетов по выполненным заданиям.
информационная	ЭИ-4.и	Способен выбирать методические материалы для составления отчетов по выполненному заданию, используя современные информационные технологии.	Способен знать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления отчетов по выполненному заданию.	Способен выбирать современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления отчетов по выполненному заданию.	Способен применять на практике современные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки для составления отчетов по выполненному заданию.
аргументировочная	ЭИ-4.а	Способен обоснованно представлять	Способен выбирать необходимую ин-	Способен принимать конкретные	Способен самостоятельно составлять от-

		и пояснять информацию о выполненных заданиях.	формацию для составления отчета о проделанной работе.	технологические решения при составлении отчета.	чет по выполненному заданию.
КОД компетенции ЭИ-5					
когнитивная	ЭИ-5.к	Должен владеть теоретическими знаниями в области внедрения результатов исследований и разработок.	Должен знать основные возможности внедрения результатов исследований и разработок по изготовлению деталей из композитов.	Должен знать основные возможности внедрения результатов исследований и разработок по контролю деталей из композитов.	Должен знать о способах внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.
операционная	ЭИ-5.о	Должен владеть практическими навыками в области внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Должен обладать практическими навыками в области внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления деталей из композитов.	Должен владеть практическими навыками в области внедрения результатов исследований и разработок в области контроля деталей из композитов.	Должен применять на практике результаты исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.
методическая	ЭИ-5.м	Способен выбирать нормативные и методические материалы по внедрению результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен знать существующие нормативные и методические материалы по внедрению результатов исследований и разработок.	Способен выбирать необходимые для конкретного случая изготовления и контроля детали нормативные и методические материалы по внедрению результатов исследований и разработок	Способен применять на практике данные из нормативных и методических материалов по внедрению результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.
информационная	ЭИ-5.и	Способен выбирать методические ма-	Способен знать современные ин-	Способен выбирать современные ин-	Способен применять на практике со-

		териалы внедрению результатов исследований и разработок, используя современные информационные технологии.	формационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по внедрению результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.	формационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по внедрению результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.	временные информационные технологии, т.к. Internet, электронные справочники, электронные библиотеки по внедрению результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.
аргументированная	ЭИ-5.а	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о возможностях внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о возможностях внедрения результатов исследований и разработок в области изготовления деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о возможностях внедрения результатов исследований и разработок в области контроля деталей из композитов.	Способен обоснованно представлять и пояснять информацию о внедрении своих результатов исследований и разработок в области изготовления и контроля деталей из композитов.

РАЗДЕЛ 2. Содержание учебной дисциплины и технология ее освоения.

2.1. Структура дисциплины и трудоемкость ее составляющих.

Общая трудоемкость дисциплины «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов» составляет 3 зачетные единицы или 108 часов.

Объем часов учебной работы по формам обучения, видам занятий и самостоятельной работе представлен в таблице 4 в соответствии с учебным рабочим планом:

Таблица № 4. Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий для очной формы обучения

№ п/п	Наименование раздела и темы	Семестр	Недели семестра	Всего часов	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Форма и вид контроля усвоения составляющих компетенций (из фонда оценочных средств)
					лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сем. зан.	сам. раб. ст.	
1.	Введение в производство изделий из композитов. Подготовительные операции и совмещение компонентов композиционных материалов. Классификация методов придания формы композиционным материалам, определение преформы, процесс выкладки препрегов.	8	1-2	5	2				3	
1.1	Применение композитов в авиационной промышленности. Эволюция планеров самолетов.	8	1	1					1	Устный контроль по вопросам
1.2	Определение композитов. Классификация по материаловедческому и конструктивному признаку. Общие сведения о полимерных композиционных материалах. Полимерные связующие. Схемы армирования в ПКМ. Мультиаксиальные ткани. Подготовка компонентов к совмещению. Совмещение компонентов.	8	1	2	1				1	Устный контроль по вопросам

1.3	Виды придания геометрии полуфабриката из ПКМ. Выкладка в форме. Антиадгезионный слой. Раскрой и укладка препрега. Формы для выкладки препрега.	8	2	2	1			1	Устный контроль по вопросам, ТТК.Д.-1
2	Процесс получения преформы выкладкой сухого армирующего материала и напылением.	8	2-4	11	1		6	4	
2.1	Выкладка сухих пакетов. Выкладка непропитанной ткани. Выкладка термопластичных армированных полуфабрикатов. Получение преформы трансформированием полуфабриката в виде плоского технологического пакета. Напыление. Описание процесса напыления.	8	2-4	11	1		6	4	Устный контроль по вопросам, отчет по практическим занятиям
3.	Намотка изделий из ПКМ. Пултрузия и роллтрязия. Методы формования плетеных структур. Плетение сетчатых структур и цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры.	8	5-7	15	4	5		6	
3.1	«Сухая» намотка. «Мокрая» намотка. Поперечная и продольная намотки. Спиральная намотка. Геодезическая намотка. Кинематика оборудования для намотки. Токарная схема. Шлифовальная схема. Планетарная схема. Псевдонамотка. Технологическая намотка во-	8	5	3	2			1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС, ТТК.Д.-1

	гнутых поверхностей. Использование технологических вкладышей. Дополнения формы изделия до симметричной.									
3.2	Пултрузия и ролл-трузия. Методы формирования плетеных структур. Схема плетения по шпилькам. Схема плетения на оснастке с прорезями. Плетение пространственно-армированного каркаса. Схема изготовления тканых сот.	8	6	10	1	5			4	Устный контроль по вопросам, отчет по лабораторным занятиям, ТПА.Д.-1
3.3	Плетение сетчатых структур на оправках с пазами. Изготовление преформ для сетчатых конструкций. Плетение цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры. Циркуляционное плетение. Формирование геометрии преформы прошивкой. Сборка сухих преформ креплением стержнями.	8	7	2	1				1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС, ТТК.Д.-1
4	Формообразующая оснастка из металлов для выкладки ПКМ. Оборудование для автоматизации процессов выкладки препрегов и термопластичных материалов.	8	7-8	4	2				2	
4.1	Оправки для намотки. Технологические оправки. Проектирование оснастки для выкладки. Проектирование формообразующей оболочки. Расположение вакуумной арматуры.		7	2	1				1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС

	Проектирование каркаса. Определение размеров рамы.									
4.2	Машины для раскроя тканей и препрегов. Швейные машины. Установки для реализации нанотехнологий. Оборудование для укладки армированных материалов.		8	2	1				1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС
5	Методы формования изделий из композитов.	8	8-13	32	4	4	6		18	
5.1	Определение процесса формования. Параметры формования. Классификация схем формования. Контактное формование: роликами; натяжением нити; обмоткой резиновым жгутом. Вибрационное формование. Пневмо-гидрокомпрессионное формование. Упругое формование вакуумированием. Автоклавное формование. Формование в резервуаре под давлением. Гидроклавное формование. Формование в прескамерах.	8	8-11	24	1	4	6		13	Устный контроль по вопросам, отчет по лабораторным занятиям, отчет по практическим занятиям
5.2	Прессовое формование. Жесткое прессование. Упругое прессование. Трансферное формование. RTM, LTM процессы. Технологическая оснастка для трансферного формования.	8	12	3	1				2	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС, ТТК.Д.-2
5.3	Термокомпрессионное формование. Формование температурным расширением вкладышей. Комбиниро-	8	12	3	1				2	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС, ТПА.Д.-2

	ванные способы формования. Формование в термoclave. Выбор метода формования из условий нагруженности деталей. Температурный режим формования. Конвективный нагрев. Высокочастотный способ нагрева. Нагрев лучистой энергией. Термостабилизация. требования к оснастке. Средства нагрева. Требования по влажности воздуха.									
5.4	Технологические напряжения: структурные, усадочные, термические. Приемы уменьшения технологических напряжений. Технологические режимы при автоклавном формовании и составление технологического пакета. Расчет коэффициента объемного наполнения. Режимы автоклавного формования. Состав технологического пакета.	8	13	2	1				1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС, ТТК.Д.-2
6.	Контроль качества изготовления деталей.	8	13-18	39	5	9	6		19	
6.1	Краткие сведения о методах разрушающего и неразрушающего контроля качества изготовления композитных деталей и оценки их свойств. Исследования пробных образцов и контроль качества материалов.	8	13	2	1				1	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС
6.2	Методы неразрушающего контроля композитных деталей. Контроль исходных мате-	8	14	4	2				2	Устный контроль по вопросам, отчет по СРС,

	риалов. Контроль в процессе изготовления изделия. Неразрушающий контроль готовых изделий и неразъемных соединений из ПКМ. Оценка качества соединения композитных материалов. Акустический контроль. Радиографический контроль. Тепловой метод контроля. Метод коронного разряда. СВЧ-методы.									ТТК.Д.-2
6.3	Методы разрушающего контроля композитных деталей. Механические испытания: прочность, деформация и модуль упругости при растяжении; прочность и модуль упругости при изгибе; испытания на износостойкость на машине Табера. Сравнение методов.	8	15	9	1	4			4	Устный контроль по вопросам, отчет по лабораторным занятиям
6.4	Испытания на твердость. Сравнение твердостей по Бринеллю, Роквеллу и Шору. Методы механических испытаний композиционных материалов. Климатические испытания композиционных материалов.	8	16-18	24	1	5	6		12	Устный контроль по вопросам, отчет по лабораторным занятиям, отчет по практическим занятиям, ТПА.Д.-3
Всего за семестр				54	18	18	18		54	
Зачет										
Общая трудоемкость дисциплины (количество часов/зачетных единиц)				108 /3	18/ 0,5	18/ 0,5	18/ 0,5		54 /1,5	
Виды промежуточной аттестации				Зачет						
Семестр				8						

2.2. Содержание дисциплины и технологии ее освоения.

2.2.1. Содержание модулей и тем дисциплины.

Раздел 1. Введение в производство изделий из композитов. Подготовительные операции и совмещение компонентов композиционных материалов. Классификация методов придания формы композиционным материалам, определение преформы, процесс выкладки препрегов.

Тема 1.1. Применение композитов в авиационной промышленности. Эволюция планеров самолетов (самостоятельное изучение).

Эффективность ΔF создания летательных аппаратов. Тенденции внедрения композитов в конструкцию самолета. Примеры применения композиционных материалов в современных самолетах. Совершенствование конструктивно-силовой схемы летательных аппаратов. Применение композитов в планере самолета А380. Распределение композитов по поверхности планера. Схема применения КМ в планере В-787.

Поэлементный перечень материалов элементов конструкции крыла самолёта МС-21. Основные типы композиционных материалов, составляющие конструкцию крыла, и уровень расчетных характеристик.

Литература (основная): [3], с. 65-92.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 60-87, [5], стр. 6-11.

Тема 1.2. Определение композитов. Классификация по материаловедческому и конструктивному признаку. Общие сведения о полимерных композиционных материалах. Полимерные связующие. Схемы армирования в ПКМ. Мультиаксиальные ткани. Подготовка компонентов к совмещению. Совмещение компонентов.

Композиты. Компоненты композиционных материалов: наполнитель (арматура), связующее (матрица).

Классификация по материаловедческому признаку: первый класс (полимерные смолы, металлические, керамические, минеральные наполнители), второй класс (металлическая матрица, минеральные, органические, металлические наполнители), третий класс (керамическая матрица, наполнитель в качестве минерального порошка), также различают углерод-углеродные КМ.

Классификация по конструктивному признаку: первая группа (полимерная матрица, дискретный наполнитель), вторая группа (арматура с волокнистой структурой), третья группа (АЛОРа, СИАЛы, Гетинаксы, фанера)

Применение термореактивных смол (эпоксидных, полиэфирных, полиамидных, фенольных, кремнийорганических). Механические свойства наиболее часто применяемых связующих. Схемы армирования в ПКМ. Ткани и ровинги из волокон: стеклянных, углеродных, органических, базальтовых, борных. Строение тканей. Схемы переплетения (полотняное, сатиновое, саржевое, трикотажное). Типовые схемы армирования. Формы сечений армирующих волокон.

Мультиаксиальная ткань. Преимущества мультиаксиальной ткани перед традиционной ровинговой тканью и стекломатом. Области применения. Схема мультиаксиальной ткани. Подготовка компонентов (подготовка наполнителя и связующего). Этапы подготовки наполнителя (проверка соответствия ТУ, расшлихтовка, аппретирование). Подготовка связующего (приготовление компаунда). Состав компаунда.

Прямые и не прямые методы изготовления изделий. Классификация способов совмещения компонентов. Свободная подача связующего, свободный съём связующего, пропитка погружением, вдавливание связующего, втирание связующего – схемы и описания процессов. Способ совмещения арматуры по волоконной технологии.

Способы сушки и нагрева. Схемы удаления избытков связующего. Конвективная сушка и нагрев. Кондуктивная сушка и нагрев. Комбинированные схемы. Способы сушки и нагрева в энергетических полях.

Литература (основная): [1], с. 34-65.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 4-25, [5], стр. 6-30.

Тема 1.3. Виды придания геометрии полуфабриката из ПКМ. Выкладка в форме. Антиадгезионный слой. Раскрой и укладка препрега. Формы для выкладки препрега.

Основные операции. Структура технологического пакета при выкладке. Формирование технологического пакета.

Антиадгезионный слой: полимерные пленки и специальные смазки (парафиновые покрытия, фторированные углеводороды, сополимер тетрафторэтилена и гексафторпропилена, политетрафторэтилен, силиконовые смазки и т.д.).

Раскрой и укладка препрега. Карта раскроя. Схема выкладки. Формы для выкладки препрега. Оснастка, тонкостенная и монолитная. Позитивная и негативная оснастки. Материалы для оснастки. Температурные коэффициенты линейного расширения.

Литература (основная): [3], с. 34-46.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 51-55.

Раздел 2. Процесс получения преформы выкладкой сухого армирующего материала и напылением.

Тема 2.1. Выкладка сухих пакетов. Выкладка непропитанной ткани. Выкладка термопластичных армированных полуфабрикатов. Получение преформы трансформированием полуфабриката в виде плоского технологического пакета. Напыление. Описание процесса напыления.

Липкость и драпируемость слоев полуфабриката.

Выкладка непропитанной ткани. Поиск приемов выкладки. Устройства и приспособления для укладки. Предварительная прошивка пакета. Выкладка термопластичных армированных полуфабрикатов. Технологические особенности. Варианты формирования пакета. Схемы выкладочных устройств с соответствующим изменением температурно-временного режима и давления в процессе роликовой и прессовой выкладки термопластичных полуфаб-

рикатов. Устройство прессового типа. Достоинствами послойного формования. Применение выкладочного устройства роликового типа.

Трансформируемые оправки. Схема формирования выкладкой преформы для стрингерной панели. Процесс формирования преформы для детали, имеющей форму желоба. Достоинства схем. Реализация процесса. Схема нанесения покрытий напылением. Использование рубленых волокон высокой степени ориентации. Система матрицы в форме порошка. Достоинства процесса. Области использования данного процесса.

Литература (основная): [3], стр. 47-82.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 51-55.

Раздел 3. Намотка изделий из ПКМ. Пултрузия и роллтрузия. Методы формирования плетеных структур. Плетение сетчатых структур и цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры.

Тема 3.1. «Сухая» намотка. «Мокрая» намотка. Поперечная и продольная намотки. Спиральная намотка. Геодезическая намотка. Кинематика оборудования для намотки. Токарная схема. Шлифовальная схема. Планетарная схема. Псевдонамотка. Технологическая намотка вогнутых поверхностей. Использование технологических вкладышей. Дополнения формы изделия до симметричной.

Классификация способов намотки. Способ «сухой» намотки. Использование метода. «Мокрая» намотка. Схема "мокрой" намотки. Достоинства процесса.

Разновидности способов намотки в зависимости от рисунка укладки арматуры. Поперечная и продольная намотки (процессы, схемы). Схема продольно-поперечной намотки.

Процесс спиральной намотки. Схемы спиральной намотки: простая; спирально-перекрестная; спирально-кольцевая.

Геодезическая намотка. Определение геодезической линии уравнением Клеро. Практическая реализация схем намотки оболочек. Определение угла трения. Положение наматываемой нити на поверхности вращения. Определение силы натяжения. Принципиальная схема спиральной намотки сферического пояса. Схема кровельной намотки.

Классификация намотки с точки зрения кинематики оборудования. Токарная и шлифовальная схемы намотки. Схемы планетарной и псевдонамотки. Кинематические схемы спиральной намотки оболочек двойной кривизны.

Схема получения изделия с вогнутой поверхностью с применением технологического вкладыша. Схема получения изделий методом дополнения контура до симметричного.

Литература (основная): [3], стр. 88-121.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 55-73.

Тема 3.2. Пултрузия и роллтрузия. Методы формирования плетеных структур. Схема плетения по шпилькам. Схема плетения на оснастке с прорезями. Плетение пространственно-армированного каркаса. Схема изготовления тканых сот.

Сечения изделий, получаемых пултрузией. Основа технологической схемы. Принципиальная схема процесса. Установка для пултрузии. Формующая матрица пултрузионного агрегата. Достоинства процесса. Свойства изделий, полученных пултрузией.

Процесс роллтризции. Схема формующего узла при роллтризции.

Приемы плетения. Два направления технологии плетения. Схема плетения по шпилькам. Схема изготовления плетением лонжерона рамного типа. Получение плетеных заполнителей в оснастке со шпильками. Схема образования сетчатого подкрепления с разной насыщенностью по поверхности панели. Получение плетеных заполнителей в оснастке с пазами.

Плетение объемных заготовок с плотной упаковкой жгутов или стержней. Пространственные армирующие структуры. Принципиальные схемы расположения волокон в плетеных структурах. Схема установки для изготовления ортогональных нетканых пространственных армирующих каркасов.

Схема изготовления тканых сот. Изготовление сотоблока методом объемного ткачества.

Литература (основная): [3], стр. 122-130.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 73-75.

Тема 3.3. Плетение сетчатых структур на оправках с пазами. Изготовление преформ для сетчатых конструкций. Плетение цельнотканых преформ мультиаксиальной структуры. Циркуляционное плетение. Формирование геометрии преформы прошивкой. Сборка сухих преформ креплением стержнями.

Схема изготовления плетением подкрепленных панелей. Изготовление преформ для сетчатых конструкций. Формирование плетеного (сетчатого) подкрепления для замкнутых оболочечных конструкций: подкрепление типа тетраструктур; структура, сформированная укладкой в пазы оправки. Существующие архитектуры сетчатых конструкций: изогридная сетка; ортогридная сетка. Оправка покрытая слоем резины. Оправка с уложенными в пазы углеродными. Отсек ракеты с сетчатым подкреплением. Формирование заполнителя из лент препрега.

Технологическая схема преформ в виде бесшовных оболочек. Цельновязанная преформа. Виды структур в оболочках: двуаксиальные переплетения. триаксиальное переплетение. мультиаксиальные переплетения. Модель цельнотканой преформы в виде комбинации дву- и триаксиальных переплетений.

Процесс циркуляционного плетения. Общий вид комплекса для циркуляционного плетения (оплеточной машины). Схема изготовления чулка. Формирование чулка на оправках разной формы. Возможные варианты движений промышленного робота и графический пользовательский интерфейс. Примеры изделий, полученных методом плетения.

Определение прошивки. Оборудование для реализации процесса. Изготовление скобы микрометра из углепластика. Процесс изготовления. Процесс прошивки на швейной машине. Примеры изделий, полученных методом прошивки.

Крепление листов армирующей ткани композитными стержнями, как замена нитяных швов. Операции, входящие в процесс сшивки. Схема получения преформы для Т – образного профиля с креплением стержнями. Машина для пробивки отверстий и установки стержней.

Литература (основная): [3], стр. 142-150.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 38-46, [5], стр. 76-79.

Раздел 4. Формообразующая оснастка из металлов для выкладки ПКМ. Оборудование для автоматизации процессов выкладки препрегов и термопластичных материалов.

Тема 4.1. Оправки для намотки. Технологические оправки. Проектирование оснастки для выкладки. Проектирование формообразующей оболочки. Расположение вакуумной арматуры. Проектирование каркаса. Определение размеров рамы.

Определение технологических оправок. Форма и размеры оправок. Выбор конкретного материала для изготовления оправки. Оправки многократного использования. Оправки одноразового применения. Материалы для изготовления оправок одноразового применения. Виды оправок исходя из конструктивно-технологических особенностей (неудаляемые оправки, неразборные удаляемые оправки, разборные удаляемые оправки). Схема устройства для снятия намотанного изделия с оправки.

Основные свойства материалов для изготовления разрушаемых оправок. Техпроцесс изготовления оправок из спиртопесчаной смеси. Использование оправок из гипса с металлическим каркасом. Солевые технологические оправки. Технологический процесс изготовления солевой оправки.

Исходные данные при проектировании формообразующей оснастки. Исполнительные размеры элементов оснастки. Выбор конструкции оснастки.

Проектирование формообразующей оболочки. Определение размеров и материала формообразующей оболочки. Определение толщины оболочки.

Расположение вакуумной арматуры. Нанесение разметки. Учет различия в величинах коэффициентов линейного расширения оснастки и формируемого материала. Определение размеров ваймы (формообразующей оболочки). Герметизация вакуумной диафрагмы. Монтаж штуцера на форме. Установка упора. Антиадгезионное покрытие – материалы. Проектирование каркаса оснастки. Определение размеров каркаса. Определение размеров рамы. Диаграмма для определения расстояния между лекалами. Диаграмма для определения высоты стенки швеллеров. Схема нагружения рамы. Условие жесткости. Оптимизация рамы по массе.

Конструктивно – технологическая характеристика агрегата. Схема сборки.

Литература (основная): [3], стр. 167-180.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 106-116, [5], стр. 79-81.

Тема 4.2. Машины для раскроя тканей и препрегов. Швейные машины. Установки для реализации нанотехнологий. Оборудование для укладки армированных материалов.

Машины для раскроя тканей и препрегов. Оборудование планшетного типа: водоструйные машины, машины с вибрирующим ножом.

Швейные машины. Принцип работы.

Установки для реализации нанотехнологий. Процесс диспергирования. Дробление агломератов. Трехвалковая машина для введения наночастиц в связующее.

Оборудование для укладки армированных материалов. Укладчик для нанесения термопластичной ленты на оправку. Пакет из углепластика с термопластичной матрицей. Установка для отладки техпроцесса укладки препрегов на термопластичной матрице: установка для измерения характеристик нагрева ленты, оборудованная диодным лазером; схема процесса укладки ленты с использованием комбинации вал/пластина и нагрева открытым пламенем. Технология прошивки. Оборудование для прошивки и раскроя материала.

Литература (основная): [3], стр. 182-196.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 106-116.

Раздел 5. Методы формования изделий из композитов.

Тема 5.1. Определение процесса формования. Параметры формования. Классификация схем формования. Контактное формование: роликами; натяжением нити; обмоткой резиновым жгутом. Вибрационное формование. Пневмо-гидрокомпрессионное формование. Упругое формование вакуумированием. Автоклавное формование. Формование в резервуаре под давлением. Гидроклавное формование. Формование в пресскамерах.

Этап технологического процесса – формование. Отверждение связующего, стадии отверждения. Фаза гелеобразования. Деструкция – характерный параметр связующего.

Условия для отверждения связующего. Основные технологические параметры: давление, температура, скорость их изменения по времени и степень отверждения.

Классификация схем формования, в зависимости от способа обеспечения давления на препрег. Классификация методов формования по физико-химическим основам обеспечения сшивки молекул в связующем (отверждению).

Прикатка роликом. Суть процесса. Контактное формование натяжением нити. Контактное давление при намотке. Устройства для регулирования натяжения нитей: гребенчатое, в виде "восьмерки". Процесс формования резиновым жгутом. Достоинства и недостатки схемы. Формирование давления по сечению изделия при намотке. Формование резиновым жгутом.

Процесс вибрационного формования (первая, вторая стадии). Схема вибрационного формования. Достоинства метода.

Пневмо-гидрокомпрессионное формование. Характерные признаки.

Упругое формование вакуумированием. Процесс формования. Достоинства метода.

Автоклавное формование, оборудование, достоинства и недостатки процесса. Типовой автоклав с компьютерной системой управления. Автоклав с высокочастотным нагревом.

Формование в резервуаре под давлением. Процесс формования. Преимущества и недостатки. Резервуар в виде трубы для формования длинномерных деталей.

Гидроклавное формование. Процесс формования, отличие от автоклавов. Гидроклав.

Формование в пресскамерах. Суть процесса.

Литература (основная): [3], стр. 205-213.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 79-108.

Тема 5.2. Прессовое формование. Жесткое прессование. Упругое прессование. Трансферное формование. RTM, LTM процессы. Технологическая оснастка для трансферного формования.

Жесткое прессование. Типовой технологический процесс. Оборудование для формования жестким прессованием. Применение метода. Требования к жестким прессформам. Достоинства и недостатки метода.

Режимы жесткого и упругого формования.

Упругое прессование. Технология упругого прессования. Характер нагружения при упругом формовании. Достоинства и недостатки метода.

Определение трансферного формования, причины использования. Разновидности процессов: RTM, LRI, RFI.

RTM процессы: RTM Light, RTM стандартный. Суть процесса RTM Light. Схема RTM-легкий. Достоинства метода, применение. Стандартный RTM: схема процесса, использование, достоинства.

LRI - «процесс заливки жидкой смолой»: стандартная заливка, заливка под полупроницаемую мембрану. Технологии процессов.

RFI - заливка клеевой пленкой. Технология процесса, достоинства и недостатки. Формообразующая оснастка для RTM, LRI и RFI процессов. Концептуальная схема оснастки для формования носка крыла из углепластика. Оснастка для реализации RTM процесса в легком варианте.

Детали изготовленные с помощью данной оснастки. Вариант оснастки для RTM процесса в разомкнутом состоянии. Использование трансферного формования.

Типовой производственный компактный комплекс, реализующий технологию RTM-процесса.

RTM-установка с нагревательным шкафом и программируемым интерфейсом. Принципиальная схема RTM – установки. Описание процесса работы установки.

Литература (основная): -

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 27-60.

Тема 5.3. Термокомпрессионное формование. Формование температурным расширением вкладышей. Комбинированные способы формования. Формование в термоклаве. Выбор метода формования из условий нагруженности деталей. Температурный режим формования. Конвективный нагрев. Высокочастотный способ нагрева. Нагрев лучистой энергией. Термостабилизация. Требования к оснастке. Средства нагрева. Требования по влажности воздуха.

Формование температурным расширением вкладышей. Схема процесса. Достоинства метода.

Комбинированные способы формования.

Комбинации ранее рассмотренных схем формования. Формование в термоклаве, как вариант термокомпрессионного метода. Термоклав для реализации формования силиконовым порошком (процесс ThermX). Достоинства процесса.

Деление деталей на четыре группы: неответственные, слабонагруженные, ответственные и высоконагруженные.

Факторы, влияющие на прочность изделий из КМ. Определение коэффициента объемного наполнения. Качественная картина зависимости прочности детали от коэффициента объемного наполнения. Восприятие усилий волокнами арматуры: ортогональное армирование, однонаправленное.

Формование технологического пакета: при однонаправленном армировании; при ортогональном армировании; качественное изменение толщины пакета в зависимости от давления.

Режим нагрева. Влияние на качество изделия скорости нагрева. Типовой график нагрева при формовании.

Методы нагрева: конвективный, токами высокой частоты, лучистой энергией, прямой теплопередачей. Процесс конвективного нагрева. Недостатками конвективного способа нагрева.

Высокочастотный способ нагрева. Уравнение определения процесса образования тепла в препреге. Особенности метода.

Нагрев с помощью лучистой энергии ультрафиолетового или инфракрасного спектров. Источники ультрафиолетового излучения. Преимущества перед конвективным способом. Процесс термостабилизации.

Требования, предъявляемые к оснастке. Средства нагрева: специальные печи и автоклавы. Схема типовой печи.

Оснастка с внутренним расположением нагревательных элементов. Схема нагрева инфракрасным излучением. Печи с микроволновым нагревом.

Требования по влажности воздуха.

Литература (основная): -

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 94-99.

Тема 5.4. Технологические напряжения: структурные, усадочные, термические. Приемы уменьшения технологических напряжений. Технологические режимы при автоклавном формовании и составление технологического пакета. Расчет коэффициента объемного наполнения. Режимы автоклавного формования. Состав технологического пакета.

Определение технологического напряжения. Разделение технологических напряжений на временные и остаточные.

Характер распределения напряжений в детали: макроскопических остаточных напряжений («+» - напряжения растяжения, «-» - напряжения сжатия); микроскопических остаточных напряжений в системе волокно-матрица.

Основные причины возникновения технологических напряжений.

Структурные, усадочные, термические. Возникновение, перераспределение. Схемы возникновения технологических напряжений.

Практические приемы уменьшения технологических напряжений.

Корректирование формы оснастки с учетом влияния технологических напряжений на размеры сечения.

Достижение заданного коэффициента объемного наполнения композита и достижение максимальной степени конверсии связующего. Расчет коэффициента объемного наполнения. Расчет толщины монослоя. Определение количества слоев впитывающего слоя.

Назначение режима автоклавного формования. Одноступенчатый режим формования. Двухступенчатый режим формования. Логика назначения технологических параметров автоклавного формования. Состав технологического пакета. Пример комплектации технологического пакета при формовании пластин из углепластика для изготовления образцов, предназначенных на статических испытаний на растяжение и сжатие. Автоклав Panini F1. Его характеристики. Материалы технологического пакета. Схема технологического пакета: с впитывающим слоем; без впитывающего слоя.

Литература (основная): [3], стр. 226-235.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 99-108.

Раздел 6. Контроль качества изготовления деталей.

Тема 6.1. Краткие сведения о методах разрушающего и неразрушающего контроля качества изготовления композитных деталей и оценки их свойств. Исследования пробных образцов и контроль качества материалов.

Необходимость экспериментальной проверки прочности изделий из КМ и надежности для определения соответствия их характеристик расчетным, функциональному назначению и безопасному использованию. Разделение методов испытаний по характеру воздействия на материал: прямые (разрушающие методы, основанные на непосредственном измерении перемещений и деформаций, т. е. методы механических испытаний) и косвенные (неразрушающие методы). Направления неразрушающих методов испытаний.

Исследования пробных образцов и контроль качества материалов. Цель и основные задачи испытаний. Методы испытаний полимерных композиционных материалов. Знание механических свойств материала.

Литература (основная): [2], стр. 12-21.

Интернет-ресурсы (основные): [1], стр. 12-21, [5], стр. 111-130.

Тема 6.2. Методы неразрушающего контроля композитных деталей. Контроль исходных материалов. Контроль в процессе изготовления изделия. Неразрушающий контроль готовых изделий и неразъемных соединений из ПКМ. Оценка качества соединения композитных материалов. Акустический контроль. Радиографический контроль. Тепловой метод контроля. Метод коронного разряда. СВЧ-методы.

Соответствие ТУ или иным нормативным документам характеристик изделия: геометрия; наличие, величина и месторасположение поверхностных и внутренних дефектов, возникающих в процессе изготовления. Контроль поверхностных и внутренних дефектов.

Входной контроль на соответствие техническим условиям. Испытания с целью определения соответствия ТУ следующих характеристик – содержание влаги, содержание летучих, связующего и растворимых веществ, а также липкости препрега. Процесс определения со-

держания сухого связующего и летучих из препрега. Содержание растворимых веществ. Определение липкости.

Основные контролируемые параметры процессов изготовления изделий из ПКМ. Отклонения в температурном режиме полимеризации. Скорость изменения температуры при нагреве и охлаждении изделия.

Неразрушающий дефектоскопический контроль качества деталей и неразъемных соединений агрегатов из ПКМ. Дефекты: расслоения, непроклеи, трещины, посторонние включения и нарушения геометрии при сборке конструкций. Выбор конкретного метода контроля. Выбор оптимальных режимов контроля. Способы изготовления моделей дефектов: непроклеи и расслоения. Свидетельства на изготовленные образцы.

Акустический контроль - метод контроля позволяющий определить нарушения связи между слоями армирующего материала в слоистых структурах или между соединяемыми конструкциями в неразъемных соединениях. Низкочастотные акустические методы – импедансный (в двух вариантах) и метод свободных колебаний, и ультразвуковые методы – теневой, реверберационный, резонансный (частота > 20 кГц). Размер краевой неконтролируемой зоны. Акустический импедансный метод дефектоскопии. Механический импеданс, определение. Импедансный метод с использованием совмещенного преобразователя. Импедансный метод с использованием раздельно-совмещенного преобразователя. Метод свободных колебаний. Ультразвуковой теневой метод. Теневой контроль. Ультразвуковой реверберационный метод. Ультразвуковой резонансный метод.

Радиографический метод – для выявления дефектов типа инородных включений, отличающихся по плотности от материала ПКМ, внутренних крупных трещин в слоях из ПКМ, нарушений сборки клееных конструкций и заклепочных соединений агрегатов применяют радиографический метод. Тепловой метод контроля для выявления несплошностей – дефектов типа расслоений и непроклеев в листовых клееных конструкциях.

Метод коронного разряда – для обнаружения газовых пузырей в слоистых пластиках. Схема контроля коронным разрядом. СВЧ-методы – для обнаружения и локализации дефектов, измерения толщины изделия, определения содержания в нем влаги.

Литература (основная): [2], стр. 22-34.

Интернет-ресурсы (основные): [1], стр. 141-143, [5], стр. 111-130.

Тема 6.3. Методы разрушающего контроля композитных деталей. Механические испытания: прочность, деформация и модуль упругости при растяжении; прочность и модуль упругости при изгибе; испытания на износостойкость на машине Табера. Сравнение методов.

Скорости при испытаниях. Универсальный образец для испытаний ISO R527. Лабораторная установка для проведения механических испытаний. Вычисление напряжения и деформации. Механические свойства, определяемые по зависимости напряжения деформации. Диаграмма напряжений. Вычисление модуля упругости при изгибе по зарегистрированным данным. Испытания на изгиб. Современная установка для испытаний на изгиб: "Флексометр". Испытания на износостойкость на машине Табера. Сравнение методов.

Литература (основная): [2], стр. 36-41.

Интернет-ресурсы (основные): [1], стр. 26-31, [5], стр. 111-130.

Тема 6.4. Испытания на твердость. Сравнение твердостей по Бринеллю, Роквеллу и Шору. Методы механических испытаний композиционных материалов. Климатические испытания композиционных материалов.

Соотношение шкал твердости. Испытание по Роквеллу определяет твердость пластиков после упругого восстановления деформации образца при испытании. Определение твердости по Роквеллу. Число твердости по Роквеллу. Портативный тестер твердости по Роквеллу. Лабораторный тестер твердости по Роквеллу. Значениями твердости по Шору. Определение твердости по Шору. Инденторы для склероскопов. Образцы и методы испытания. Методы растяжения кольцевых образцов. Сжатие кольцевых образцов. Методы определения характеристик сдвига. Определение механических характеристик при изгибе. Методы испытаний стержневых образцов на изгиб – трехточечный и четырехточечный. Испытания на трещиностойкость и ударную вязкость. Испытания при повышенных и пониженных температурах. Термокриокамера установлена на универсальной электромеханической машине Instron 5882.

Литература (основная): [2], стр. 48-59.

Интернет-ресурсы (основные): [1], стр. 21-26, стр. 88-99.

2.2.2. Практические занятия и курсовое проектирование.

Лабораторный практикум

Таблица №5. Лабораторные занятия

№ п/п	№ темы	Наименование лабораторных занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 3.2	Технологический процесс изготовления деталей методом плетения.	5
2.	Тема 5.1	Пневмокомпрессионные методы формования изделий из композитов.	4
3.	Тема 6.3	Испытание плоских образцов на растяжение.	4
4.	Тема 6.4	Испытание механических свойств композиционных материалов на изгиб.	5

Литература (основная): [2], стр. 3-59.

Интернет-ресурсы (основные): [2], стр. 75-99, [5], стр. 51-130.

Практические занятия

Таблица №6. Практические занятия

№ п/п	№ темы	Наименование практических занятий	Трудоемкость (час.)
1.	Тема 2.1	Подготовка преформы из препрега методом выкладки.	6
2.	Тема 5.1	Автоклавное формование.	6
3.	Тема 6.4	Исследование ударостойкости многослойных пластиков.	6

Литература (основная): [3], стр. 6-235, [2], стр. 3-59.

Интернет-ресурсы (основные): [5], стр. 51-130.

Курсовое проектирование

Курсовой проект по дисциплине «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов» в соответствии с учебным планом не предусмотрен.

2.2.3. Тематический план учебной дисциплины.

Таблица №7. Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	№ темы	Вид учебной деятельности	№ занятия	КОДы составляющих компетенций	Образовательные технологии	Объем занятий в интерактивной форме в часах
	Тема 1.1	СРС		ПК-6.а	традиционная	
	Тема 1.2	Лекция	1	ПК-6.к, ПК-6.м	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.м, ПК-6.а	традиционная	
	Тема 1.3	Лекция	2	ПК-6.к, ПК-6.м	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и	традиционная	
	Тема 2.1	Лекция	3	ПК-6.к, ЭИ-4.к	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		Практ. зан.	4	ПК-6.о, ПК-6.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ЭИ-4.и, ЭИ-4.а	традиционная	
	Тема 3.1	Лекция	5	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	2 часа
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 3.2	Лекция	6	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 3.3	Лекция	7	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с использованием раз-	1 час

					личных вспомога- тельных средств с обсуждением	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 4.1	Лекция	8	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 4.2	Лекция	9	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 5.1	Лекция	10	ПК-6.к, ПК-8.к, ЭИ-4.к, ЭИ-5.к	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		Практ. зан.	11	ПК-6.о, ПК-6.м, ПК-8.о, ПК-8.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		Лабор. зан.	12	ПК-6.о, ПК-6.м, ПК-8.о, ПК-8.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а, ЭИ-4.и, ЭИ-4.а	традиционная	
	Тема 5.2	Лекция	13	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м, ЭИ-5.к	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 5.3	Лекция	14	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м, ЭИ-5.к	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 5.4	Лекция	15	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м, ЭИ-5.к	презентации с ис- пользованием раз- личных вспомога- тельных средств с обсуждением	1 час
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема	Лекция	16	ПК-6.к, ПК-8.к,	презентации с ис-	1 час

	6.1			ПК-6.м, ПК-8.м, ЭИ-5.к	пользованием различных вспомогательных средств с обсуждением	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 6.2	Лекция	17	ПК-6.к, ПК-8.к, ПК-6.м, ПК-8.м	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	2 часа
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а	традиционная	
	Тема 6.3	Лекция	18	ПК-6.к, ПК-8.к, ЭИ-4.к, ЭИ-5.к	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		Лабор. зан.	19	ПК-6.о, ПК-6.м, ПК-8.о, ПК-8.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а, ЭИ-4.и, ЭИ-4.а	традиционная	
	Тема 6.4	Лекция	20	ПК-6.к, ПК-8.к, ЭИ-4.к, ЭИ-5.к	презентации с использованием различных вспомогательных средств с обсуждением	1 час
		Практ. зан.	21	ПК-6.о, ПК-6.м, ПК-8.о, ПК-8.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		Лабор. зан.	22	ПК-6.о, ПК-6.м, ПК-8.о, ПК-8.м, ЭИ-4.о, ЭИ-4.м	традиционное	
		СРС		ПК-6.и, ПК-6.а, ПК-8.и, ПК-8.а, ЭИ-4.и, ЭИ-4.а	традиционная	

2.2.4. Интерактивные формы образовательных технологий.

Таблица №8. Показатели выполнения требований ФГОС

Показатель	Требования ФГОС, %	Фактически, %
1. Удельный вес активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги), %	Не менее 40	33
2. Удельный вес занятий лекционного типа, %	Не более 20	33

2.3. Оценочные средства освоения учебной дисциплины и критерии оценок освоения компетенций.

2.3.1. Оценочные средства для текущего контроля освоения модулей/разделов учебной дисциплины.

- Оценочные средства для самопроверки (по темам) – контрольные вопросы¹.

Пример: Тема 5.1.

- Каковы основные признаки технологической схемы автоклавного формования?
- Опишите конструкцию автоклава, по каким параметрам осуществляется управление процессом?
- Как выглядит типовой совмещенный график управления процессом по температуре, давлению и вакууму?
- Для чего нужно вакуумирование технологического пакета?
- Какую роль играет нагрев при формовании в автоклаве?
- Для чего нужно избыточное давление?
- Чем определяется скорость нагрева на первой и второй ступени графика формования?
- Из каких соображений выбирается температура и продолжительность первой ступени формования?
- Как выбирается температура второй ступени формования?
- Какова зависимость степени конверсии от температуры и времени процесса?
- Какая связь между армированием материала и необходимым давлением для достижения заданного коэффициента объемного наполнения?
- Каковы достоинства и недостатки автоклавного метода формования в сравнении с другими методами?

Таблица №9. Фонд оценочных средств текущего контроля

№ п/п	№ раздела (модуля)	№ тестового модуля	Примечания
1.	Раздел 1 – Раздел 3	ТТК.Д-1	Тест текущего контроля (ТТК-1) по разделам 1-3
2.	Раздел 4 – Раздел 6	ТТК.Д-2	Тест текущего контроля (ТТК-1) по разделам 4-6

Пример тестового билета ТТК.Д-1:

Арматурой в тканых слоистых композитах является:

- ☒ полотно
- ☒ сатин
- ☒ саржа
- ☐ лента
- ☐ жгут
- ☐ иглопробивной мат

¹ сборник контрольных вопросов для самопроверки, входящий в фонд оценочных средств по дисциплине

Препрег – это:

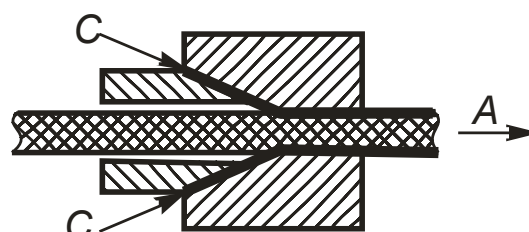
- ☐ стеклоткань, подвергнутая аппретированию
- ☐ арматура после удаления замасливателя
- ✓ армирующий материал, пропитанный связующим
- ☐ арматура, прошедшая контроль механических свойств

Драпируемость – это:

- ☐ свойство материала сокращаться в объеме под давлением
- ☐ характеристика механических свойств
- ✓ способность ткани или препрега принимать сложную форму, например, при выкладке на оправку
- ☐ процесс стыковки отдельных фрагментов препрега

Идентифицируйте метод совмещения арматуры и связующего по рисунку:

- ☐ свободной подачей связующего
- ☐ свободным съемом связующего
- ☐ пропиткой (погружением арматуры)
- ✓ вдавливание связующего в арматуру
- ☐ втирание
- ☐ совмещение по волоконной технологии
- ☐ получение клеевого препрега



Углом намотки является:

- ☐ угол между осью вращения оправки и касательной к линии укладки арматуры
- ✓ угол между касательными, проведенными к образующей наматываемой оболочки и к линии укладки арматуры через точку их пересечения
- ☐ угол между касательными к направляющей линии оправки и к линии укладки арматуры

2.3.2. Оценочные средства для промежуточной аттестации².

Таблица №10. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации

№ п/п	Недели семестра	№ раздела (модуля)	№ тестового модуля	Примечания
1.	6	Раздел 3	ТПА.Д-1	Тест промежуточной аттестации (для проведения экзамена)
2.	12	Раздел 5	ТПА.Д-2	Тест промежуточной аттестации (для проведения экзамена)
3.	18	Раздел 6	ТПА.Д-3	Тест промежуточной аттестации (для проведения экзамена)

Пример тестового билета ТПА.Д-3:

² сборник тестовых материалов текущего контроля, входящих в фонд оценочных средств по дисциплине

При термокомпрессионном формовании давление обеспечивается:

- ☐ перегретым газом или паром
- ☐ нагретым глицерином через упругую диафрагму
- ✓ нагретой терморасширяющейся резиной
- ☐ связующим, поступающим под давлением

Метод формования выбирается из условия обеспечения:

- ☐ заданного рисунка укладки арматуры
- ✓ температуры отверждения связующего
- ☐ заданного коэффициента объемного наполнения
- ☐ времени процесса отверждения

Наибольшее значение коэффициента объемного наполнения обеспечивается методом формования:

- ☐ контактным – прикаткой роликом
- ☐ обмоткой жгутом
- ☐ автоклавным
- ✓ в пресскамере
- ✓ гидроклавным

Давление при термокомпрессионном методе обеспечивается:

- ☐ перегретым паром
- ☐ глицерином или кремний органическим маслом
- ☐ эластичной диафрагмой
- ✓ терморасширяющейся резиной

Нагрев лучистой энергией формируемой детали обеспечивается:

- ✓ с помощью лучистой энергии ультрафиолетового или инфракрасного спектров
- ☐ путем воздействия тепловых потоков с оснастки или окружающей среды (газ, жидкость, резина)
- ☐ за счет вынужденной ориентации сегментов макромолекул по направлению напряженности высокочастотного электромагнитного поля
- ☐ за счет химической реакции, протекающей при полимеризации связующего

2.3.3. Форма и организация текущей и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Текущий контроль освоения дисциплины осуществляется с помощью тестов текущего контроля, промежуточный контроль дисциплины осуществляется с помощью тестов промежуточной аттестации в рамках реализуемой в КНИТУ-КАИ Балльно-рейтинговой Системы. Вопросы на зачет:

1. Перечислите состав технологического пакета при изготовлении преформы выкладкой.
2. Из каких соображений выбирается позитивная или негативная форма оснастки?
3. По каким критериям выбирается материал формообразующей оснастки?
4. Что из себя представляет цулага, ее назначение?
5. Назовите виды антиадгезионных покрытий, из каких соображений они выбираются?

6. Для каких целей служит разделительная перфорированная пленка и впитывающий слой?
7. Что такое драпируемость препрега или антиадгезионного слоя?
8. Каким образом надо укладывать слои препрега с сатиновым и саржевым плетением, чтобы исключить коробление детали?
9. К чему приводит несовпадение коэффициентов температурного расширения формируемого материала и материала оснастки?
10. Какую роль играет липкость препрега, какими приемами можно ее увеличить?
11. Что такое жизнеспособность препрега, каким образом ее можно увеличить, в каких условиях следует хранить препрег?
12. Каковы основные признаки технологической схемы автоклавного формования?
13. Опишите конструкцию автоклава, по каким параметрам осуществляется управление процессом?
14. Как выглядит типовой совмещенный график управления процессом по температуре, давлению и вакууму?
15. Для чего нужно вакуумирование технологического пакета?
16. Какую роль играет нагрев при формовании в автоклаве?
17. Для чего нужно избыточное давление?
18. Чем определяется скорость нагрева на первой и второй ступени графика формования?
19. Из каких соображений выбирается температура и продолжительность первой ступени формования?
20. Как выбирается температура второй ступени формования?
21. Какова зависимость степени конверсии от температуры и времени процесса?
22. Какая связь между армированием материала и необходимым давлением для достижения заданного коэффициента объемного наполнения?
23. Каковы достоинства и недостатки автоклавного метода формования в сравнении с другими методами?
24. Какими достоинствами и недостатками обладают полимерные композиты?
25. Каким образом сказывается наличие робота на совершенствовании оборудования для намотки и плетения?

2.3.4. Критерии оценок текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Формирование оценки текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины осуществляется с использованием балльно-рейтинговой оценки работы студента.

Для освоения *порогового уровня* студент должен иметь развернутые представления о роли современных композиционных материалов в авиационно-космической технике и специфике технологических процессов получения конструкций из КМ. Студент должен знать методы решения практических задач, соответствующих формируемым компетенциям, но при этом допускает ошибки в обосновании этих методов; умеет решать только основные практические задачи, соответствующие формируемым компетенциям.

Для освоения *продвинутого уровня* студент должен владеть знаниями порогового уровня и дополнительно уметь подбирать для определенных технологических процессов, оборудование и оснастку, используемые при изготовлении деталей и узлов из композицион-

ных материалов, а также знать техпроцессы механической обработки и соединения деталей между собой. Студент знает методы решения практических задач, соответствующих формируемым компетенциям, но допускает отдельные ошибки в обосновании этих методов, умеет решать все необходимые практические задачи, соответствующие формируемым компетенциям.

Для освоения *превосходного уровня* студент должен владеть знаниями порогового и продвинутого уровня, а также дополнительно быть знаком с методиками управления процессами формования по программам, а также с испытательным оборудованием (электро-механическая машина и климатическая камера), используемым при оптимизации технологических процессов формования композитов. Студент знает методы решения практических задач, соответствующих формируемым компетенциям, и умеет их обосновывать, умеет решать все необходимые практические задачи, соответствующие формируемым компетенциям.

Таблица №11. Критерии оценок усвоения компетенций

Словесное выражение	Описание оценки в требованиях к уровню и объему компетенций
Отлично	Освоен превосходный уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-8, ЭИ-4, ЭИ-5, определенный в табл. 2
Хорошо	Освоен продвинутый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-8, ЭИ-4, ЭИ-5, определенный в табл. 2
Удовлетворительно	Освоен пороговый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-8, ЭИ-4, ЭИ-5, определенный в табл. 2
Неудовлетворительно	Не освоен пороговый уровень всех составляющих компетенций ПК-6, ПК-8, ЭИ-4, ЭИ-5, определенный в табл. 2

Таблица №12. Критерии оценок успеваемости

I аттестация	II аттестация	III аттестация	Цифровое выражение	Выражение в баллах БРС:	Словесное выражение
20	30	50			
17-20	25-30	44-50	5	от 86 до 100	Отлично
14-16	20-24	37-45	4	от 71 до 85	Хорошо
10-13	15-19	26-37	3	от 51 до 70	Удовлетворительно
До 10	До 15	До 26	2	до 51	Неудовлетворительно

РАЗДЕЛ 3. Обеспечение учебной дисциплины.

3.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.

3.1.1. Основная литература:

1. Андрианова К.А. Получение конструкционных и функциональных композитов в производстве летательных аппаратов: лаб. практикум / К. А. Андрианова, А. Ф. Магсумова, Л. М. Амирова, 2010. - 131 с. (58 экз.)
2. Неразрушающий контроль композиционных конструкций компьютерным томографом: монография / В.И. Митрякин, С.А. Михайлов, И.С. Бугаков [и др.].- Казань: Изд-во КГТУ им. А.Н. Туполева, 2011.- 192 с. (20 экз.)

3. Полимерные композиционные материалы. Прочность и технология / С. Л. Баженов, А. А. Берлин, А. А. Кульков [и др.].- Долгопрудный: Интеллект, 2010.- 352 с. (15 экз.)

3.1.2. Дополнительная литература:

1. Акустические методы контроля: практич. пособие / И.Н. Ермолов, Н.П. Алешин, А.И. Потапов [и др.]; 340 ред. В.В. Сухоруков, 1991.- 287 с. (5 экз.)
2. Производство изделий из полимерных материалов : учеб. пособие для вузов / В.К. Крыжановский, М.Л. Кербер, В.В. Бурлов [и др.]; 340 Ред. В.К. Крыжановский.- СПб.: Профессия, 2004.- 464 с.- (Справочник) (3 экз.)
3. Технология обработки конструкционных материалов : учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / П.Г. Петруха, А.И. Марков, П.Д. Беспехотный [и др.]; 340 ред. П.Г. Петруха.- М.: Высш. школа, 1991.- 512 с. (75 экз.)
4. Технология производства изделий из композиционных материалов, пластмасс, стекла и керамики / В.С. Боголюбов, О.С. Сироткин, Г.С. Головкин [и др.]; 2006.- 576 с. (3 экз.)
5. Халиулин В.И., Шапаев И.И. Технология производства композитных изделий. Уч. пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2004. 332 с. (131 экз.)

3.1.3. Методические рекомендации для студентов.

Успешное освоение материала студентами обеспечивается постоянным посещением лекций и практических занятий, разработкой конспектов, проведением самостоятельной работы. Изучение дисциплины производится в тематической последовательности. Каждому практическому занятию и самостоятельному изучению материала предшествует лекция по данной теме. После лекционного занятия студент должен повторять пройденный материал по рекомендованной основной и методической литературе. Ознакомление с темой будущего занятия по «электронному конспекту» будет способствовать концентрации внимания студента на главных аспектах изучаемой темы и более глубокому запоминанию теоретического и практического материала. Активное участие студента в проведении практических и лабораторных занятиях будет способствовать освоению практических навыков и компетенций ПК-6, ПК-8, ЭИ-4 и ЭИ-5.

3.1.4. Методические рекомендации для преподавателей.

Для эффективной подачи материала студентам, необходима качественная учебно-методическая база обеспечения дисциплины. Тесная связь теоретического материала, преподаваемого на лекционных, лабораторных и практических занятиях обеспечивает более успешное освоение дисциплины. Цели обучения должны быть ориентированы на формирование умений решать типовые и нетиповые задачи, т.е. на реальные ситуации, где студентам надо проявить знание конкретной дисциплины.

Умение пользоваться современным технологическим оборудованием будет способствовать более углубленному пониманию теоретического и практического материала.

3.1.5. Фонд оценочных средств оценки уровня освоения компетенций.

В качестве средств для оценки уровня освоения компетенций используются: тестовые задания для промежуточной аттестации, тестовые задания для текущего контроля знаний студентов, контрольные вопросы по каждой теме и вопросы на экзамен по всему пройденному курсу.

3.2. Информационное обеспечение.

3.2.1. Основное информационное обеспечение.

1. Батраков В.В., Двоеглазов И.В. Контроль и испытания композитных конструкций. Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 177 с., pla.kai.ru
2. Изготовление деталей из композитов: учеб. пособие / В.И. Халиулин. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2008. – 166 с., pla.kai.ru
3. Контроль качества изделий из композиционных материалов: учеб. пособие: [для студентов технол. специальностей] / Г. Г. Богатеев, И. А. Абдуллин; М-во образования и науки Рос. Федерации, Каз. гос. технол. ун-т, 2004 г., rsl.ru
4. Магсумова А.Ф., Андрианова К.А., Гапиев М.М., Амирова Л.М. Физико-химические основы производства полимерных композитов: Учебное пособие. Казань: ЗАО «Новое знание», 2011. - 120 с. e-library.kai.ru
5. Халиулин В.И., Шапаев И.И. Технология производства композитных изделий. Уч. пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та. 2004. 332 с. e-library.kai.ru

3.2.2. Дополнительное информационное обеспечение

1. Теоретические и экспериментальные исследования теплофизических процессов изготовления изделий из композиционных материалов: Монография / Н.И. Тюков, И.А. Акимов, А.И. Акимов ; М-во образования Рос. Федерации. Башк. гос. ун-т, 2003 г., rsl.ru

3.3. Кадровое обеспечение.

3.3.1. Базовое образование.

К ведению дисциплины допускаются научно-педагогические кадры, имеющие базовое образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины, и систематически занимающиеся научной и (или) научно-методической деятельностью.

3.3.2. Профессионально-предметная квалификация преподавателей.

Преподаватель должен иметь ученую степень и (или) ученое звание соответствующего профиля преподаваемой дисциплины.

3.3.3. Педагогическая (учебно-методическая) квалификация преподавателей.

К ведению дисциплины допускаются кадры, имеющие стаж научно-педагогической работы (не менее 4 лет).

3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для реализации учебного процесса по дисциплине «Изготовление и контроль деталей из композиционных материалов» требуется следующее материально-техническое обеспечение:

3.4.1. Специализированные учебные лаборатории (классы).

Наименование специализированных учебных лабораторий / классов	Количество посадочных мест	Назначение классов для использования в учебном процессе
206 ауд. 3 зд. (компьютерный класс)	25	Чтение лекций (с интерактивной формой), проведение практических занятий, курсовое проектирование.
205 ауд. 3 зд.	30	Чтение лекций (с интерактивной формой)
1п ауд. 3 зд. (кафедра)	15	проведение лабораторных и практических занятий
3п ауд. 3 зд. (кафедра)	10	проведение лабораторных и практических занятий
12п ауд. 3 зд. (кафедра)	15	проведение лабораторных и практических занятий

3.4.2. Основное техническое обеспечение учебного процесса по дисциплине

- для лекционных занятий:

компьютеры с программным и методическим обеспечением — 13 шт., интерактивная доска «Smart», маркерная доска — 2 шт., сканер, лазерный принтер, мультимедийный проектор «Aser» — 2 шт.

- для лабораторных работ и практических занятий:

- материалы: препреги из стекло-, угле-, органотканей различного плетения на смолах холодного и горячего отверждения; пленки и смазки для образования антиадгезионного слоя, перфорированные пленки, впитывающие и дренажные ткани, герметизирующие пленки, герметизирующие жгуты «герлен»;

- вакуумные шланги и арматура, цулаги, система вакуумирования, включая вакуумный насос, ресивер, манометры и запорную арматуру, формообразующие оправки позитивной и негативной формы, выполненные из дельтадревеси́ны, стали, алюминия и стеклопластика, оправки для оценки драпируемости, микроскоп, спецодежда; малогабаритный автоклав с компьютерной системой управления и регистрации режимов, материалы для сборки технологического пакета, формообразующая оснастка.

- для проведения текущего контроля и (или) промежуточной аттестации:

компьютерный класс (на 13 студентов).

РАЗДЕЛ 4. Доступность и внесение изменений в рабочую программу учебной дисциплины.

4.1. Перечень мест, в которых можно ознакомиться с рабочей программой учебной дисциплины.

С рабочей программой можно ознакомиться на кафедре «Производство летательных аппаратов» и УМЦ.

4.2. Внесение изменений в рабочую программу учебной дисциплины

Лист регистрации изменений, вносимых в рабочую программу учебной дисциплины.

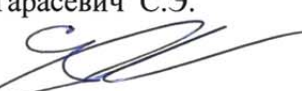
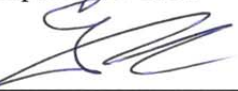
Лист регистрации изменений

№ п/п	№ страницы внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. кафедры ПЛА В.И.Халиулин	«Согласовано» Директор института АНТЭ С.Э. Тарасевич
1	2	3	4	5	6

4.3. Утверждение действия рабочей программы учебной дисциплины на очередной учебный год.

Лист утверждения рабочей программы учебной дисциплины на учебный год

Рабочая программа дисциплины утверждена на ведение учебного процесса в учебном году:

Учебный год	«Согласовано» зав. кафедрой, ведущей дисциплину	«Согласовано» директор института кафедры, ведущей дисциплину	«Согласовано» зав. выпускающей кафедры
2012/2013	Каф. ПЛА Халиулин В.И. 	ИАНТЭ Тарасевич С.Э. 	Каф. ПЛА Халиулин В.И. 
2013/2014	Каф. ПЛА Халиулин В.И. 	ИАНТЭ Тарасевич С.Э. 	Каф. ПЛА Халиулин В.И. 
2014/2015			
2015/2016			
2013/2014			
2014/2015			
2015/2016			

Лист ознакомления

№ п/п	Фамилия, Имя, Отчество	Должность	Дата ознакомления	Подпись

Лист регистрации изменений и дополнений

№ изменения	Дата внесения изменения, проведения ревизии	Номера листов	Документ, на основании которого внесено изменение	Краткое содержание изменения	Ф.И.О. подпись