

## АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### «Технологические процессы в авиадвигателестроении»

Дисциплина «Технологические процессы в авиадвигателестроении» является частью программы специалитета «Проектирование авиационных двигателей и энергетических установок (СУОС)» по направлению «24.05.02 Проектирование авиационных и ракетных двигателей».

### **Цели и задачи дисциплины**

Цели освоения дисциплины – формирование систематизированных знаний в области основных законов и положений теории обработки материалов резанием, ознакомление с технологическими процессами производства деталей газотурбинной техники и развитие умения логического самостоятельного мышления, необходимого для принятия решения в условиях многовариантности авиадвигателестроительного производства. Задачи учебной дисциплины • формирование знаний - физические основы процесса резания материалов; - применяемость и характеристики инструментальных материалов; - классификацию и основные технико-экономические характеристики технологического оборудования, используемого при производстве деталей авиационных двигателей; - основные технические требования к качеству материалов, точности геометрии и качеству поверхностного слоя деталей ГТД; - основные свойства, состав и маркировку материалов для производства деталей авиационных двигателей; - традиционные способы получения заготовок деталей авиационных двигателей; - традиционные способы обработки поверхностей основных деталей ГТД; - свойства структуры, технологические и эксплуатационные свойства компонентов и полимерных композиционных материалов; - основные способы контроля геометрических и качественных параметров деталей ГТД; -причины и способы устранения погрешностей обработки при обработке заготовок деталей авиационных двигателей • формирование умений - выбирать оптимальные характеристики материала и геометрические параметры инструмента для конкретных технологических операций; - производить расчет параметров режимов резания для наиболее распространенных способов обработки; - производить выбор оптимальных способов получения заготовок для изготовления ответственных деталей авиадвигателей - производить оценку влияния параметров инструмента и технологического оборудования на точность и качество процесса обработки деталей; • формирование навыков - навыками оценки параметров качества обработанной поверхности; - навыками выбора инструмента и назначения режимов резания по нормативным (рекомендуемым) данным; - навыками анализа конструкторских чертежей деталей при разработке технологических процессов;.

### Исучаемые объекты дисциплины

- физические основы процесса резания материалов; - инструментальные материалы; - режимы резания металлов и композиционных материалов; - технологическое оборудование; - принципы управления металлорежущими станками; - методы обработки геометрических поверхностей; - прогрессивные методы обработки ответственных деталей авиадвигателей; - методы контроля дефектов материалов и готовых деталей; - электрофизикохимические и комбинированные методы обработки;

### Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	54	54	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	34	34	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)			
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	54	54	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

### Краткое содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Технологические процессы изготовления деталей авиационных ГТД из композиционных материалов.	10	6	0	17
<p>Тема 9. Виды, свойства и способы получения композиционных материалов. Классификация композиционных материалов и их роль в современном машиностроении. Преимущества и недостатки композитов по сравнению с традиционными материалами. Материалы, используемые в качестве компонентов композитов. Классификация композитов в соответствии с морфологией фаз, составляющих их микроструктуру или геометрию компонентов (волокнистые, ламинированные (слоистые), дисперсно-упрочненные, комбинированные). Виды, свойства и особенности получения композиционных материалов. Полимерные композиционные материалы. Металлические армированные композиционные материалы. Керамические и углеродные композиционные материалы.</p> <p>Тема 10. Технологические процессы изготовления лопаток из полимерных композиционных материалов. Проектирование технологического процесса изготовления лопаток из полимерных композиционных материалов. Требования к конструкции лопаток из полимерных композиционных материалов. Особенности конструкций технологической оснастки. Технологический процесс изготовления лопаток из ПКМ.</p> <p>Тема 11. Технологические процессы изготовления корпусных деталей двигателя из полимерных композиционных материалов. Технология формования изделий из полимерных материалов методом контактного формования. Основные элементы технологической оснастки при контактном формовании. Армирующие волокна и наполнители, используемые при этом методе. Преимущества и недостатки метода. Процессы формования изделий из полимерных композиционных материалов с использованием эластичной диафрагмы</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
(вакуумное формование, формование под давлением и автоклавное формование). Метод формования реактопластов на матрице. Технология формования изделий из полимерных композиционных материалов методом намотки. Заключение. Технологии изготовления основных деталей авиационных двигателей, освоенные в отечественном производстве на оборудовании зарубежных фирм.				
Физические основы процесса резания материалов	12	4	0	14
Введение. Особенности и пути совершенствования ГТД. Применение облегченной, ажурной, сложной конструкции деталей и сборочных единиц ГТД. Совершенствование газотурбинного тракта ГТД и оптимизация температурной напряженности элементов конструкции. Применение современных материалов (алюминиевых, магниевых, титановых, хромоникелевых жаропрочных сплавов, различных композитных материалов) и жаростойких керамических покрытий. Применение термических и термохимических воздействий на основные детали ГТД. Обеспечение высокой точности изготовления деталей, сборочных единиц и всего изделия. Тема 1. Физические основы процесса резания материалов. Основные понятия, определения и элементы процесса резания. Кинематические схемы и координатные плоскости при резании. Числовые параметры оценки процесса резания. Процесс стружкообразования при резании материалов. Нарост и его характеристики. Влияние нароста на процесс резания. Силы резания. Тепловые процессы при резании металлов. Методы измерения температур в зоне резания. Влияние режимов резания на качественные показатели поверхностного слоя обработанной поверхности. Смазочно-охлаждающие технологические среды при резании материалов. Тема 2. Качество обработанной поверхности. Технические требования к геометрической				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>точности обрабатываемых поверхностей.</p> <p>Параметры оценки геометрических отклонений обработанной поверхности (бочкообразность, эллипсность, овальность, конусность, шероховатость, волнистость и др.).</p> <p>Параметры оценки физико-механических свойства поверхностного слоя (микрорельефом поверхности (шероховатость), глубина и степень упрочнения, остаточные напряжения, глубина их залегания и знак).</p> <p>Влияние методов и режимов обработки на показатели качества поверхностного слоя.</p> <p>Тема 3. Инструмент и технологическое оборудование.</p> <p>Инструментальные материалы для изготовления режущих инструментов (инструментальные стали, твердые сплавы, минералокерамика, сверхтвердые материалы).</p> <p>Требования к инструментальным материалам.</p> <p>Обрабатываемость резанием материалов, применяемых в авиадвигателестроении.</p> <p>Методы улучшения обрабатываемости труднообрабатываемых сталей и сплавов</p> <p>Износ инструмента. Виды износа.</p> <p>Классификация станков (по технологическому признаку, по уровню автоматизации, по уровню специализации, по габаритным размерам, по массе, по классу точности. Обозначение моделей станков (шифрование основных характеристик).</p> <p>Базовые технико-экономические характеристики (эффективность, производительность, надежность, «гибкость», точность).</p>				
Технологические процессы обработки авиационных сплавов на основе металлов.	12	8	0	23
<p>Тема 4. Обработка наружных и внутренних поверхностей валов и дисков ГТД</p> <p>Конструкция, технические требования и материалы, используемые для изготовления валов ГТД.</p> <p>Классификация станков токарной группы.</p> <p>Степень точности и шероховатости обработки при черновом и чистовом обтачивании.</p> <p>Подготовительные операции к обтачиванию</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>деталей.</p> <p>Способы базирования и установки деталей при токарной обработке.</p> <p>Обработка на токарных станках общего назначения, на карусельных станках, на токарно-револьверных, на многорезцовых токарных полуавтоматах, на одношпиндельных и многошпиндельных автоматах и карусельных полуавтоматах, технологические возможности, точность, производительность.</p> <p>Тонкое обтачивание и растачивание.</p> <p>Оборудование, инструмент, режимы, точность.</p> <p>Фрезерование, зенкерование, протягивание наружных цилиндрических поверхностей.</p> <p>Маркировка шлифовальных кругов.</p> <p>Абразивные материалы, их зернистость и содержание основной фракции, используемые в абразивных инструментах. Виды связок, градации твёрдости и структуры абразивных инструментов.</p> <p>Разновидность шлифования наружных цилиндрических поверхностей периферией круга. Режимы и условия обработки, точность.</p> <p>Шлифование наружных цилиндрических поверхностей периферией круга под углом и торцом круга. Особенности обработки, назначение, точность. Бесцентровое шлифование, назначение, точность.</p> <p>Притирание, полирование и суперфиниш наружных цилиндрических поверхностей.</p> <p>Классификация отверстий по назначению и видам обработки. Требования к отверстиям в зависимости от их назначения.</p> <p>Сверление отверстий на сверлильных станках.</p> <p>Зенкерование и развёртывание отверстий.</p> <p>Обработка отверстий больших диаметров.</p> <p>Сверление глубоких отверстий. Отделочное тонкое растачивание в корпусных деталях.</p> <p>Координатное сверление и расточка.</p> <p>Протягивание, прошивание и калибровка отверстий.</p> <p>Шлифование отверстий, оборудование, режимы, точность, применение. Хонингование отверстий.</p> <p>Притирание, полирование, сверхтонкая</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>отделка отверстий.  Отделочно-упрочняющая обработка отверстий без снятия стружки. Методы контроля обрабатываемых отверстий.  Тема 5. Обработка плоских и фасонных поверхностей.  Обработка плоскостей строганием и долблением.  Фрезерование плоскостей цилиндрическими и торцевыми фрезами.  Протягивание плоских поверхностей.  Шлифование плоскостей периферией и торцом круга.  Обработка торцевых поверхностей на токарных, карусельных и шлифовальных станках.  Отделочная обработка плоских поверхностей: тонкое фрезерование, шлифование, притирание, шабровка, суперфиниш и отделочно-упрочняющая обработка без снятия стружки.  Методы и средства контроля плоских поверхностей.  Понятие «фасонная поверхность» и виды фасонных поверхностей. Методы обработки фасонных поверхностей вращения, прямолинейных и объемно-фасонных.  Обработка фасонных поверхностей на специальных копировальных станках:  -объемно-копировальных станках для обработки лопаток  -копировально-фрезерных станках, копировально-шлифовальных, на станках с ЧПУ.  Обработка фасонных поверхностей электроимпульсным и электрохимическим метода-ми.  Тема 6. Обработка резьбовых поверхностей.  Классификация и виды резьб, применяемых в авиапромышленности и других областях машиностроения.  Методы образования наружных резьб.  Точность и шероховатость поверхности.  Обработка наружных резьб резцами и резьбовыми гребёнками.  Обработка наружных резьб плашками и резьбонарезными головками. Обработка наружных резьб фрезерованием, шлифованием.  Точность, шероховатость.</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Обработка наружных резьб методом пластической деформации.</p> <p>Обработка внутренних резьб метчиками, гребёнками, резьбофрезами, шлифовальными кругами.</p> <p>Тема 7. Обработка зубьев цилиндрических, конических колёс и шлицевых поверхностей деталей ГТД.</p> <p>Классификация зубчатых колёс: виды шестерён по конструкции зуба (профиль, направление боковых поверхностей) и назначению, ТУ на зубчатые колёса, технологичность.</p> <p>Основные конструктивно-технологические элементы зуба, определяющие качество зубчатого зацепления. Материалы, заготовки. Требования к зубчатым колёсам. Нормы точности зубчатых колёс по государственному и отраслевому стандартам. Обозначения точности зубчатого колеса.</p> <p>Методы нарезания зубьев шестерен копированием и обкаткой. Сущность методов. Черновое нарезание зубьев шестерен. Погрешности метода. Способы повышения производительности труда.</p> <p>Формообразование зубьев методом накатки, штамповки, область применения и перспективы развития.</p> <p>Нарезание зубьев обкаткой червячной фрезой, долбяком, гребёнкой, получаемая при этом точность, шероховатость, производительность.</p> <p>Отделочные операции незакалённых зубьев шестерен: шевингование, приработка в па-ре, обкатка с эталонной шестерней.</p> <p>Отделочные операции закалённых зубьев шестерен: шлифование тарельчатыми кругами, шлифование абразивным червяком, притирка, зубохонингование.</p> <p>Оборудование, принимаемое при обработке зубьев шестерен. Примерная схема работы.</p> <p>Характеристика режущего и измерительного инструмента для обработки и контроля зубьев шестерен.</p> <p>Нарезание конических зубчатых колес с прямым зубом: предварительное нарезание, чистовое нарезание, отделочная обработка (окончательная обработка).</p> <p>Принципы обработки спирально-конических</p>				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>зубчатых колес. Нарезание конических зубчатых колес со спиральным зубом. Отделочная обработка.</p> <p>Виды шлицевых соединений, применяемых в авиадвигателестроении: различие по профилю, способу центрирования, требование к качеству. Анализ технологичности.</p> <p>Методы обработки наружных шлицев. Методы фрезерования наружных шлицев. Оборудование. Инструмент.</p> <p>Способы шлифования шлицев. Оборудование. Профилирование абразивного круга. Обработка внутренних шлицев, оборудование, инструмент, точность. Обработка торцевых остроугольных шлицев. Образование шлицев методом накатки.</p> <p>Тема 8. Обработка лопаток турбин и компрессоров</p> <p>Виды лопаток, конструкция, ТУ, материал. Способы получения заготовок лопаток двигателей. Припуски на обработку, требования к заготовкам. Технологичность разных конструкций лопаток. Материалы лопаток и их обрабатываемость.</p> <p>Требования к геометрии и шероховатости поверхности лопаток.</p> <p>План обработки компрессорных и турбинных лопаток (рабочих и направляющих лопаток). Базы для обработки различных лопаток. Оборудование, приспособления и инструмент при обработке замков лопаток, спинки и корыта.</p> <p>Высокопроизводительные специальные станки, применяемые при обработке лопаток.</p> <p>Отделочные операции лопаток. Оборудование. Абразивные материалы, механизация операций. Основные направления в механизации и автоматизации технологии изготовления и контроля лопаток.</p> <p>Инструмент, приборы и методика контроля геометрии, качества материала лопаток, качества поверхностного слоя и частотных характеристик (модальный анализ).</p> <p>Виброиспытание лопаток.</p>				
ИТОГО по 7-му семестру	34	18	0	54
ИТОГО по дисциплине	34	18	0	54