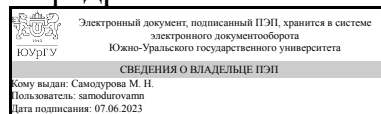


ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий выпускающей
кафедрой



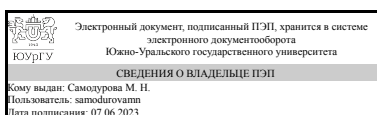
М. Н. Самодурова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М2.07.01 Технология газотермического напыления
для направления 15.04.01 Машиностроение
уровень Магистратура
магистерская программа Аддитивные технологии
форма обучения очная
кафедра-разработчик Информационно-измерительная техника

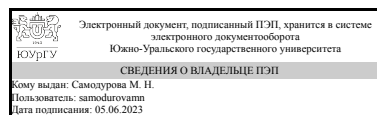
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение, утверждённым приказом Минобрнауки от 14.08.2020 № 1025

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., доц.



М. Н. Самодурова

Разработчик программы,
д.техн.н., доц., профессор



М. Н. Самодурова

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – дать студенту представление о современных методах создания многофункциональных покрытий методами газотермического напыления (ГТН), разновидности способов, их преимущества и недостатки, а также об основных областях применения. Знание основ в данной области, позволит студенту иметь ценный инструмент в исследовательской карьере для ускорения существующих процессов и решения ранее неразрешимых задач. Задачи – ознакомление с ролью поверхности в процессах разрушения и формирования эксплуатационных свойств деталей машин; ознакомление с основными способами ГТН и технологиями обработки поверхностей для повышения их эксплуатационной надежности; выбор оптимального варианта упрочнения поверхностей с учетом условий их эксплуатации; изучение оборудования и материалов для ГТН; умение проведения контроля качества нанесенного покрытия.

Краткое содержание дисциплины

Рассматриваются вопросы, связанные с особенностью процессов ГТН, физические основы процессов напыления, классификация методов напыления, общие сведения об основных видах ГТН, видах и конструкций оборудования, тенденции развития и примеры практического использования технологий ГТН.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	Знает: планирования работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий газотермического напыления Умеет: решать задачи, связанные с технологией газотермического напыления Имеет практический опыт: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий газотермического напыления

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
Оборудование аддитивного производства, Физико-химические основы аддитивного производства, Технология лазерной наплавки, Материалы для аддитивного производства, Безопасность жизнедеятельности в аддитивном производстве	Не предусмотрены

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
Материалы для аддитивного производства	Знает: основы технологических процессов получения изделий методами аддитивных технологий, оборудования и инструментов, сырья и расходных материалов; основные материалы для аддитивного производства, сырьё и расходные материалы, необходимые для реализации аддитивных технологий Умеет: физико-химические основы аддитивного производства; материалы применяемые в аддитивном производстве Имеет практический опыт: связывать состав и структуру материалов, способы их формирования с физическими, механическими, химическими, технологическими и эксплуатационными свойствами
Оборудование аддитивного производства	Знает: методы машинного обучения; современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения; способы нанесения покрытий и выращивания деталей Умеет: применять методы машинного обучения для анализа данных технологических процессов ОМД, сварки, наплавки; применять современные цифровые системы автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения; выбирать требуемый способ аддитивных технологий в зависимости от геометрии и назначения изделия Имеет практический опыт: проведения анализа данных методами машинного обучения; применения современных цифровых систем автоматизированного проектирования деталей, узлов машин и оборудования в области машиностроения
Технология лазерной наплавки	Знает: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий лазерной наплавки; технологические процессы, оборудование и инструменты, применяемые в лазерной наплавке Умеет: планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции с применением технологий лазерной наплавки; планировать и выполнять работы по обеспечению выпуска продукции в условиях аддитивного производства, лазерной наплавки Имеет практический опыт: выполнения работ по лазерной наплавке, выбору сырья и расходных материалов
Физико-химические основы аддитивного	Знает: закономерности изменения физико-

производства	химических свойств; методы определения физико-химических свойств материалов и сварных соединений, единичные и комплексные показатели надежности готовых изделий, а также основные виды, причины и закономерности их отказов Умеет: выбирать методы стандартных испытаний по определению физико-химических свойств продукции; разрабатывать программы испытаний, выбирать критерии и методы оценки показателей физико-химических свойств и надежности сварных изделий Имеет практический опыт: методик расчетной-экспериментальной оценки показателей надежности и физико-химических свойства сварных изделий; методики введения и редактирования свойства материалов при компьютерном моделировании; по определению физико-химических свойств материалов
Безопасность жизнедеятельности в аддитивном производстве	Знает: проблемные ситуации в области безопасности жизнедеятельности в аддитивном производстве; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; каким образом осуществить анализ проблемных производственных ситуаций Умеет: определять и реализовывать безопасную деятельность при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании; осуществлять самооценку своим действиям, определять и реализовывать безопасную деятельность при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании Имеет практический опыт: развития навыков собственной научной деятельности; безопасного поведения при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании; безопасного поведения при выполнении работ на высокотехнологичном оборудовании

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 42,25 ч.
контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		4
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	36	36
Лекции (Л)	24	24
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0
Лабораторные работы (ЛР)	12	12

Самостоятельная работа (СРС)	65,75	65,75
подготовка к зачету, подготовка к промежуточной аттестации	65,75	65,75
Консультации и промежуточная аттестация	6,25	6,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	История развития газотермических процессов напыления. Структура и свойства поверхностного слоя. Термодинамика поверхностного слоя. Роль поверхности в процессах разрушения	4	4	0	0
2	Физические основы ГТН. Классификация процессов ГТН	4	4	0	0
3	Виды газотермического напыления	20	14	0	6
4	Назначение покрытий. Качественные характеристики покрытий. Определение физико-механических и технологических свойств покрытий	8	2	0	6

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	История развития газотермических процессов напыления	2
2	1	Структура и свойства поверхностного слоя. Термодинамика поверхностного слоя. Роль поверхности в процессах разрушения	2
3	2	Физические основы процессов газотермического напыления. Классификация процессов ГТН	4
4	3	Газопламенное напыление	2
5	3	Сверхзвуковое газопламенное напыление (HVOF)	2
6	3	Детонационное напыление	2
7	3	Плазменное напыление	2
8	3	Холодное напыление	2
9	3	Материалы для напыления и области применения	4
10	4	Назначение покрытий	1
11	4	Качественные характеристики покрытия. Определение физико-механических и технологических свойств покрытий	1

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	3	Исследование технологических свойств порошковых материалов для ГТН.	6

		Определение режимов ГТН для детонационного напыления. Изучение системы управления компьютеризированным комплексом для детонационного напыления	
2	4	Напыление поверхности заготовок на установке для детонационного напыления. Определение качества поверхности напылённого покрытия	6

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к зачету, подготовка к промежуточной аттестации	Коробов, Ю.С. и др. Анализ свойств газотермических покрытий. Екатеринбург: изд-во УрФУ, 2016. - 78 с., Методическая литература для лабораторных работ	4	65,75

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	4	Промежуточная аттестация	Технология газотермического напыления	-	5	Студенты в течение семестра могут набрать максимум для зачета – 4 балла Баллы, набираемые студентами в течение семестра, делятся на три группы: баллы по результатам контроля посещаемости занятий, баллы по результатам иных контрольных мероприятий и баллы за работу на практических занятиях. Максимальное количество баллов, проставляемых по результатам контроля посещаемости занятий – 1 Максимальное количество баллов, проставляемых по результатам иных контрольных мероприятий – 2 (самостоятельные работы, тесты, рефераты, деловые игры, тестирование в рамках курса и т.д.) Максимальное количество баллов за работу на практических занятиях – 3 Баллы проставляются после проведения	зачет

					всех практических занятий по дисциплине в семестре. Если баллов набирается более 3 – то ставится «зачет», менее 3 – «незачет»	
--	--	--	--	--	--	--

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Если студент набирает меньше 3 баллов, по результатам работы в семестре, ему выдается задание с 5 теоретическими вопросами. Если он отвечает более чем на 4 вопроса, ему ставится – «зачет», менее 4 вопросов – «не зачет».	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ
		1
УК-2	Знает: планирования работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий газотермического напыления	+
УК-2	Умеет: решать задачи, связанные с технологией газотермического напыления	+
УК-2	Имеет практический опыт: принципы планирования и выполнения работ по обеспечению выпуска продукции с применением технологий газотермического напыления	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Кудинов, В. В. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование Учеб. для металлург. и машиностроит. спец. вузов Под ред. Б. С. Митина. - М.: Металлургия, 1992. - 432 с. ил.
2. Хокинг, М. Металлические и керамические покрытия: Получение, свойства и применение М. Хокинг, В. Васантасри, П. Сидки; Пер. с англ.: Э. М. Лазарева и др.; Под ред. Р. А. Андриевского. - М.: Мир, 2000. - 516 с.
3. Порошковая металлургия и высокотемпературные материалы М. Кумар, С. Б. Экбоут, Р. К. Суд и др.; Под ред. П. Рамакришнана; Пер. с англ. А. Н. Штейнберга. - Челябинск: Металлургия. Челябинское отделение, 1990. - 351 с. ил.
4. Кипарисов, С. С. Порошковая металлургия [Текст] Учеб. для техникумов по спец. 1109 "Порошковая металлургия". - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Металлургия, 1991. - 431 с. ил.
5. Бахвалов, Г. Т. Защита металлов от коррозии учеб. пособие для металлург. вузов и фак. Г. Т. Бахвалов. - М.: Металлургия, 1964. - 288 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Газотермическое напыление композиционных порошков А. Я. Кулик, Ю. С. Борисов, А. С. Мнухин и др. - Л.: Машиностроение, 1985. - 199 с. ил.
2. Хасуи, А. Наплавка и напыление Пер. с яп. В. Н. Попова; Под ред. В. С. Степина, Н. Г. Шестеркина. - М.: Машиностроение, 1985. - 239 с. ил.
3. Витязь, П. А. Пористые порошковые материалы и изделия из них. - Минск: Высшая школа, 1987. - 164 с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. «Металлург», «Цветные Металлы», «Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением»

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Быков В.А.: Изучение видов износа деталей оборудования: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 6 с.
2. Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение особенностей восстановления деталей детонационным напылением: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.
3. Коробов, Ю.С. и др. Анализ свойств газотермических покрытий. Екатеринбург: изд-во УрФУ, 2016. - 78 с.
4. Быков В.А.: Изучение методов восстановления деталей при ремонте: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с.
5. Быков В.А.: Изучение методов подготовки поверхности детали к восстановлению: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Быков В.А.: Изучение видов износа деталей оборудования: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 6 с.
2. Самодурова М.Н., Быков В. А.: Изучение особенностей восстановления деталей детонационным напылением: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.
3. Коробов, Ю.С. и др. Анализ свойств газотермических покрытий. Екатеринбург: изд-во УрФУ, 2016. - 78 с.
4. Быков В.А.: Изучение методов восстановления деталей при ремонте: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 9 с.
5. Быков В.А.: Изучение методов подготовки поверхности детали к восстановлению: Методические указания к выполнению лабораторной работы. – Челябинск: ООО НПП “Учтех-Профи”, 2019. – 7 с.

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Бурмистров, Е. Г. Основы сварки и газотермических процессов в судостроении и судоремонте : учебник / Е. Г. Бурмистров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 552 с. — ISBN 978-5-8114-4438-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/119823 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Обработка газотермических покрытий резанием : учебное пособие. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. — 89 с. — ISBN 978-5-7038-3654-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/58532 (дата обращения: 24.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Лабораторные занятия	104 (Л.к.)	Компьютеризированные комплексы для лазерной наплавки и детонационного напыления
Лекции	333 (Л.к.)	ПК, проектор, экран