Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.07.2026 16:57:18
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Факультет машиностроения

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета машиностроения
_____ /Е.В. Сафонов/
«26_» ___февраля_____ 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве

Направления подготовки:
15.03.01 «Машиностроение»

Профиль подготовки
Оборудование и технологии сварочного производства

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

д.т.н., профессор кафедры «Оборудование и технологии сварочного производства» /Р.А. Латыпов/

Согласовано:
Заведующий кафедрой ОиТСП, д.т.н / В. Б. Деев /

Программа согласована с руководителем образовательной программы, к.т.н., доц. /Андреева Л.П./

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине ... 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы ... 5
3. Структура и содержание дисциплины ... 6
   - 3.1. Виды учебной работы и трудоемкость ... 6
   - 3.2. Тематический план изучения дисциплины ... 6
   - 3.3. Содержание дисциплины ... 6
   - 3.4. Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий ... 8
   - 3.5. Тематика курсовых проектов (курсовых работ) ... 8
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение ... 8
   - 4.1. Нормативные документы и ГОСТы ... 8
   - 4.2. Основная литература ... 9
   - 4.3. Дополнительная литература ... 9
   - 4.4. Электронные образовательные ресурсы ... 10
   - 4.5. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение ... 10
   - 4.6. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы ... 10
5. Материально-техническое обеспечение ... 12
6. Методические рекомендации ... 12
   - 6.1. Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения ... 12
   - 6.2. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины ... 13
7. Фонд оценочных средств ... 14
   - 7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения ... 16
   - 7.2. Шкала и критерии оценивания результатов обучения ... 16
   - 7.3. Оценочные средства ... 18

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» является:

– подготовка студентов к деятельности в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста по направлению;

– освоение методов выбора технологий и материалов, используемых в ремонтном производстве и машиностроении;

– изучение механических, технологических и эксплуатационных свойств металлов и сплавов;

– формирование умения практического применения методологии выбора материалов, технологий восстановления и упрочнения деталей сварочными методами и родственными технологиями.

Задачи дисциплины: основной задачей изучаемого материала является создание теоретической базы для освоения последующих дисциплин, в которых рассматриваются технологии восстановления и упрочнения деталей сваркой, наплавкой и родственными процессами.

Изучение курса «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» способствует расширению научного кругозора в области технических наук, дает тот минимум фундаментальных знаний, на базе которых будущий специалист сможет самостоятельно овладевать всем новым, с чем ему придется столкнуться в профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ИОПК-9.1. Демонстрирует знание основных характеристик машиностроительного производства, технических характеристик технологического оборудования, знает правила эксплуатации технологического оборудования ИОПК-9.2. Умеет разрабатывать технологические схемы технологических процессов, соблюдать требования по размещению машиностроительного оборудования, средств технологического оснащения и технологического сопровождения ИОПК-9.3. Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК-1 - Способен технически подготавливать сварочное производство, его обеспечение и нормирование	ИПК-1.1. Рассчитывает и отрабатывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности ИПК-1.2. Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) ИПК-1.3. Формулирует требования к методам планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ
ОПК-5. - Способен работать с нормативно технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил;	ИОПК-5.1. Демонстрирует знание порядка разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации в области стандартизации и сертификации; знание нормативно-технических и руководящих материалов в области технологичности; требования нормативно-технических и руководящих материалов по оформлению технологической и конструкторской документации ИОПК-5.2. Демонстрирует навыки работы со справочной литературой, соблюдает требования стандартов, норм и правил

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» является частью профессионального цикла дисциплин подготовки студентов по направлению

«Машиностроение». Дисциплина реализуется на факультете машиностроения, кафедрой «ОиТСП».

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением технологий и оборудования для восстановления и упрочнения деталей сварочными методами и родственными технологиями**.**

Дисциплина направлена на формирование профессиональных компетенций выпускника, сформулированных в ФГОС.

В обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- компьютерные технологии и моделирование в машиностроении;
- методы, алгоритмы и средства исследования для решения изобретательских задач;

В части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- конструирование и расчет сварочных приспособлений
- роботизированные технологические комплексы в машиностроительном производстве

В элективных дисциплинах Блока 1 «Дисциплины (модули)»:

- металлургические процессы при сварке и пайке.
- технологические особенности контактной сварки
- сварка композиционных материалов
- технология металлизации сварочными методами
- гибридные технологии в сварочном производстве
- технологические особенности контактной сварки

3. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(е) единиц(ы) (144 часа), Изучается на 8 семестре обучения. Форма промежуточной аттестации -экзамен.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

Общая трудоемкость дисциплины составляет _4_ зачетных(е) единиц(ы) (_144_ часов). 82 часов самостоятельной работы

3.1.1. Очная форма обучения

Период контроля	Нагрузка	Количество	Единица измерения	ЗЕТ
Восьмой семестр	Дифференцированный зачёт		Часы	
Восьмой семестр	Лекции	36,00	Часы	1,00
Восьмой семестр	Семинарские и практические занятия	26,00	Часы	0,72
Восьмой семестр	СРС	82,00	Часы	2,28

3.2 Тематический план изучения дисциплины

Тематический план размещён в приложении 1 к рабочей программе.

3.3 Содержание дисциплины

Введение

1. Анализ состояния проблемы поверхностного упрочнения изделий, работающих в условиях интенсивного изнашивания

1.1. Общий обзор методов поверхностного упрочнения изделий

Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов

Лазерное упрочнение

Упрочнение ионно-плазменной обработкой

Диффузионные покрытия

Механотермическое формирование покрытий

Электрохимические покрытия

Наплавка износостойких слоев

Некоторые новые методы получения износостойких покрытий

Выбор способа восстановления и упрочнения деталей

2. Технологии упрочнения изделий с использованием различных вариантов наплавки

Газовая наплавка

Электродуговая наплавка

Электрошлаковая наплавка

Вибродуговая наплавка

Индукционная наплавка

Лазерная наплавка

Контактная наплавка

Плазменная наплавка

Материалы, применяемые для наплавки

Перспективы использования порошков твердых сплавов в качестве износостойких наплавочных материалов

3. Анализ проблемы получения порошков из отходов вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов

3.1. Изучение и выбор метода получения из отходов твердых сплавов

Получение порошка из отходов твердых сплавов температурными методами

Получение порошковых материалов из отходов твёрдых сплавов расплавленным цинком

Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования

3.2. Анализ оборудования для получения порошка методом электроэрозионного диспергирования

3.3. Рабочие среды для электроэрозионного диспергирования отходов твердых сплавов

3.4. Технология получения порошков методом электроэрозионного диспергирования из отходов твердых сплавов

4. Упрочнение изделий за счет использования твердосплавных электроэрозионных порошков

4.1. Разработка и внедрение технологии упрочнения

режущего инструмента электроискровым легированием

Получение и исследование электродов из твердосплавных электроэрозионных порошков

Получение упрочненных покрытий электродами из твердосплавных электроэрозионных порошков и их исследование

4.2. Разработка и внедрение технологии восстановления шеек коленчатых валов и тарелок клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменно-порошковой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Технология восстановления шеек коленчатых валов

Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий

Исследование свойств плазменных покрытий

4.3. Разработка и внедрение технологии восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Технология восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков

Исследование свойств покрытий, полученных электродуговой наплавкой

4.4. Разработка и внедрение технологии восстановления поршневых пальцев железнением с использованием в качестве упрочняющей фазы твердосплавных электроэрозионных порошков

Выбор и исследование электролита для получения композиционных гальванических покрытий при восстановлении и упрочнении деталей

Технологический процесс восстановления поршневых пальцев дизельного двигателя СМД–14/18/20 железнением с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков в качестве упрочняющей фазы

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.1. Семинарские/практические занятия

Семинар 1. Способы механизированной наплавки под флюсом цилиндрических и плоских деталей

Семинар 2. Вибродуговая наплавка

Семинар 3. Газоэлектрическая сварка и наплавка деталей в среде углекислого газа

Семинар 4. Электроконтактная приварка (наварка)

Семинар 5. Наплавка порошковой проволокой и порошковой лентой

Семинар 6. Индукционная наплавка

Семинар 7. Плазменная наплавка и электродуговая металлизация

Семинар 8. Ремонтная сварка и наплавка деталей из алюминиевых и магниевых сплавов

3.5 Тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Курсовые работы/проекты отсутствуют

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Нормативные документы и ГОСТы

ГОСТ 16037-80 Соединения сварные стальных трубопроводов. основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий соединения сварные методы ультразвуковые

ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. соединения сварные

ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. соединения сварные основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 3242-79 Соединения сварные методы контроля качества

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения

ГОСТ 19521-74 ГОСТ 28915-91 Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размерыСварка металлов. Классификация

ГОСТ 34061-2017 Сварка и родственные процессы. Определение содержания водорода в наплавленном металле и металле шва дуговой сварки

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения

ГОСТ Р ИСО 4063-2010 Сварка и родственные процессы. Перечень и условные обозначения процессов

ГОСТ 3.1705-81 Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Сварка.

ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.

ГОСТ 11969-79 Сварка плавлением. Основные положения и их обозначения.

ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация.

ГОСТ 29273-92 Свариваемость. Определение.

ГОСТ 23870-79 Свариваемость сталей. Метод оценки влияния сварки плавлением на основной металл.

ГОСТ 30430-96 Сварка дуговая конструкционных чугунов. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 30482-97 Сварка сталей электрошлаковая. Требования к технологическому процессу.

ГОСТ 29297-92 Сварка, высокотемпературная и низкотемпературная пайка, пайкосварка металлов. Перечень и условные обозначения процессов.

ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 17659-2009 Сварка. Термины многоязычные для сварных соединений.

ГОСТ Р ИСО 857-1-2009 Сварка и родственные процессы. Словарь. Часть 1. Процессы сварки металлов. Термины и определения.

ГОСТ 20549-75 Диффузионная сварка в вакууме рабочих элементов разделительных и формообразующих штампов. Типовой технологический процесс.

ОСТ 92-1152-75 Сварка и пайка. Подготовка поверхности деталей под сварку и пайку. Обработка сборочных единиц после сварки и пайки

ОСТ 92-1611-74 Контроль просвечиванием сварных и паяных соединений

4.2 Основная литература

1. Р.А. Латыпов, Е.В. Агеев, В.А. Денисов, Г.Р. Латыпова. Рециклинг отходов вольфрамсодержащих твердых сплавов для упрочнения изделий: монография / Курск, 2017. - 184 с.

2. Усынин В.Ф., Бесхлебный В.А. Наплавка и напыление. Наплавка в машиностроении и при ремонте оборудования. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2011 -236с.

3. Технология конструкционных материалов : учеб. / ред. Дальский А.М. - 6-е изд., испр. и доп. - М.: Машиностроение, 2005. - 592 с.

4.3 Дополнительная литература

1. Усынин В.Ф., Бесхлебный В.А. Ремонт сваркой и наплавкой деталей машин. Учебное пособие. – Калининград: ФГОУ ВПО «КГТУ», 2007 - 181с.

2. Беньковский Д.Д. и др. Технология судоремонта: учеб./ ред Сторожев В.П. – М.: Транспорт, 1986. – 286 с.

3. Молодык Н.В., Зенкин А.С. Восстановление деталей машин. М.: Машиностроение, 1989. – 480 с.

4. Громыко А.Г. Материалы для упрочнения и восстановления деталей в 2-х частях.- Калининград: КГТУ, 1992.

Технологические процессы реновации. МУ по провед. лабор. работ для студ. днев. и заочн. форм обучения, спец. 072100/ Гик Л.А.: Кал-д: КГТУ, 2002. -50 с.

4.4 Электронные образовательные ресурсы

Проведение занятий и аттестаций возможно в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных кафедрой электронных образовательных ресурсов (ЭОР) по всем разделам программы:

Название ЭОР	Ссылка
Реновация и упрочнение деталей методами сварки, наплавки и родственных технологий	https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=2360

Разработанные ЭОР включают тренировочные и итоговые тесты.

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

Каждый студент обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронным библиотекам университета

(elib.mgup; lib.mami.ru/lib/content/elektronyy-katalog) к электронно-библиотечным системам (электронным библиотекам)

4.5 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Нет

4.6 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Перечень ресурсов сети Интернет, доступных для освоения дисциплины:

	Наименование	**Ссылка на ресурс**	**Доступность**
Информационно-справочные системы			
	Stack Overflow	https://stackoverflow.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Сайт о сварке, здесь можно ознакомиться с технологиями и подробностями электрошлаковой, лазерной и электронно-лучевой	websvarka.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений

	сварки, изучить статьи о тепловом соединении различных металлов друг с другом и с неметаллами.		
	Специализированные сайты по сварке	http://tiberis.ru	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Специализированные сайты по сварке	https://svarka.guru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Welding Technologi Consalting Инженерно-техническая группа специалистова	https://weldingeniring.com	Доступна в сети Интернет без ограничений
Электронно-библиотечные системы			
	Лань	https://e.lanbook.com/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	IPR Books	https://www.iprbookshop.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
	Юрайт	https://www.urait.ru/	Доступна в сети Интернет без ограничений
Профессиональные базы данных			
	База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	http://www.elibrary.ru	Доступно
	Web of Science Core Collection – политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных	http://webofscience.com	Доступно
	Scopus - единая библиографическая и реферативная база данных рецензируемой научной литературы	https://www.scopus.com	Доступно

5. Материально-техническое обеспечение

Для проведения лекционных занятий необходимы аудитории, оснащенные мультимедийными проекторами и экранами. Проведение лабораторных работ – лаборатория кафедры сварки (АВ2114)

6. Методические рекомендации

Методика преподавания дисциплины «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» и реализация компетентностного подхода в изложении и восприятии материала предусматривает использование следующих активных и интерактивных форм проведения аудиторных и внеаудиторных занятий:

– аудиторные занятия: лекции, лабораторные работы, тестирование;

– внеаудиторные занятия: самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовка к лабораторным работам.

Образовательные технологии

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS) на основе разработанных электронных образовательных ресурсов (ЭОР) (см. п. 4.4).

Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

6.1.1. Преподаватель организует преподавание дисциплины в соответствии с требованиями "Положения об организации образовательного процесса в московском политехническом университете и его филиалах", утверждённым ректором университета.

6.1.2. На первом занятии преподаватель доводит до сведения студентов содержание рабочей программы дисциплины (РПД) и предоставляет возможность ознакомления с программой.

6.1.3. Преподаватель особенно обращает внимание студентов на:

- виды и формы проведения занятий по дисциплине, включая порядок проведения занятий с применением технологий дистанционного обучения и системы дистанционного обучения университета (СДО мосполитеха);

- виды, содержание и порядок проведения текущего контроля успеваемости в соответствии с фондом оценочных средств;

- форму, содержание и порядок проведения промежуточной аттестации в соответствии с фондом оценочных средств, предусмотренным РПД.

6.1.4. Доводит до сведения студентов график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД.

6.1.5. Необходимо с самого начала занятий рекомендовать студентам основную и дополнительную литературу и указать пути доступа к ней.

6.1.6. В начале или в конце семестра дать список вопросов для подготовки к промежуточной аттестации (экзамену или зачёту).

6.1.7. Рекомендуется факт ознакомления студентов с РПД и графиком работы письменно зафиксировать подписью студента в листе ознакомления с содержание РПД.

6.1.8. Преподаватели, ведущий лекционные и практические занятия, должны согласовывать тематический план практических занятий, использовать единую систему обозначений, терминов, основных понятий дисциплины.

6.1.9. При подготовке **к семинарскому занятию** по перечню объявленных тем преподавателю необходимо уточнить план их проведения, продумать формулировки и содержание учебных вопросов, выносимых на обсуждение, ознакомиться с перечнем вопросов по теме семинара.

В ходе семинара во вступительном слове раскрыть практическую значимость темы семинарского занятия, определить порядок его проведения, время на обсуждение каждого учебного вопроса. Применяя фронтальный опрос дать возможность выступить всем студентам, присутствующим на занятии.

В заключительной части семинарского занятия следует подвести его итоги: дать оценку выступлений каждого студента и учебной группы в целом. Раскрыть положительные стороны и недостатки проведенного семинарского занятия. Ответить на вопросы студентов. Выдать задания для самостоятельной работы по подготовке к следующему занятию.

6.1.10. Целесообразно в ходе защиты **практических работ** задавать выступающим и аудитории дополнительные и уточняющие вопросы с целью выяснения их позиций по существу обсуждаемых проблем.

Возможно проведение занятий и аттестаций в дистанционном формате с применением системы дистанционного обучения университета (СДО-LMS). Порядок проведения работ в дистанционном формате устанавливается отдельными распоряжениями проректора по учебной работе и/или центром учебно-методической работы.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1.2.1. Студент с самого начала освоения дисциплины должен внимательно ознакомится с рабочей программой дисциплины.

1.2.2. Студенту необходимо составить для себя график выполнения учебных работ, предусмотренных РПД с учётом требований других дисциплин, изучаемых в текущем семестре.

1.2.3. При проведении занятий и процедур текущей и промежуточной аттестации с использованием инструментов информационной образовательной среды дистанционного образования университета (LMS мосполитеха), как во время контактной работы с преподавателем так и во время самостоятельной работы студент должен обеспечить техническую возможность дистанционного подключения к системам дистанционного обучения. При отсутствии такой возможности обсудить ситуацию с преподавателем дисциплины.

1.2.4. Самостоятельная работа является одним из видов учебных занятий. Цель самостоятельной работы – практическое усвоение студентами вопросов, рассматриваемых в процессе изучения дисциплины.

Виды внеаудиторной самостоятельной работы:

- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- подготовка к лекционным занятиям;
- подготовка к семинарам и практическим занятиям;
- оформление отчетов по выполненным лабораторным работам и подготовка к их защите.

Для выполнения любого вида самостоятельной работы необходимо пройти следующие этапы:

- определение цели самостоятельной работы;
- конкретизация познавательной задачи;
- самооценка готовности к самостоятельной работе;
- выбор адекватного способа действия, ведущего к решению задачи;
- планирование работы (самостоятельной или с помощью преподавателя) над заданием;

- осуществление в процессе выполнения самостоятельной работы самоконтроля (промежуточного и конечного) результатов работы и корректировка выполнения работы;
- рефлексия;
- презентация самостоятельной работы или защита лабораторной работы.

7. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств представлен в Приложении 2 к рабочей программе и включает разделы:

7.1. Методы контроля и оценивания результатов обучения
7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения
7.3. Оценочные средства
7.3.1. Текущий контроль
7.3.2. Промежуточная аттестация

Приложение 2

Раздел 7 РПД - ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве»

Направление подготовки

15.04.01 «Машиностроение»

Образовательная программа (профиль подготовки)

«Оборудование и технологии сварочного производсва»

7. Фонд оценочных средств

В процессе обучения в течение семестра используются оценочные средства текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций. Применяются следующие оценочные средства: тест, защита лабораторных работ, дифференцированный зачёт.

Обучение по дисциплине «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ОПК-9. Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование	ИОПК-9.1. Демонстрирует знание основных характеристик машиностроительного производства, технических характеристик технологического оборудования, знает правила эксплуатации технологического оборудования ИОПК-9.2. Умеет разрабатывать технологические схемы технологических процессов, соблюдать требования по размещению машиностроительного оборудования, средств технологического оснащения и технологического сопровождения ИОПК-9.3. Уметь проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК-1 - Способен технически подготавливать сварочное производство, его обеспечение и нормирование	ИПК-1.1. Рассчитывает и отрабатывает технологические режимы и параметры сварки конструкций (изделий, продукции) любой сложности ИПК-1.2. Определяет необходимый состав и количество сварочного и вспомогательного оборудования, технологической оснастки, приспособлений и инструмента для производства (изготовления, монтажа, ремонта, реконструкции) сварной конструкции (изделий, продукции) ИПК-1.3. Формулирует требования к методам планирования технической и технологической подготовки производства и выполнения сварочных работ

ОПК-5. - Способен работать с нормативно технической документацией, связанной с профессиональной деятельностью, с учетом стандартов, норм и правил;	ИОПК-5.1. Демонстрирует знание порядка разработки, утверждения и внедрения стандартов, технических условий и другой нормативно-технической документации в области стандартизации и сертификации; знание нормативно-технических и руководящих материалов в области технологичности; требования нормативно-технических и руководящих материалов по оформлению технологической и конструкторской документации ИОПК-5.2. Демонстрирует навыки работы со справочной литературой, соблюдает требования стандартов, норм и правил

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

№ ОС	Наименование оценочно	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Реферат (Р)	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно – исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы,	Темы рефератов
2	Ответы на контрольные вопросы	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как письменные ответы на вопросы.	Вопросы по темам/разделам дисциплины Ответы на контрольные вопросы в ЛМС и выкладывание ответов на вопросы в элемент «задание» по ссылке https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=2360
3	Тест (Т)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Фонд тестовых заданий https://online.mospolytech.ru/enrol/index.php?id=2360

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Форма промежуточной аттестации: дифференцированный зачёт**.**

Обязательными условиями подготовки студента к промежуточной аттестации проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине, при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине выставляется оценка «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Критерии получения оценки за экзамен по результатам работы в семестре:

Оценка "отлично": все промежуточные тесты выполнены, их результаты находятся в диапазоне 80-100%, студент посещал занятия, вел конспект лекций.

Оценка "хорошо": все промежуточные тесты выполнены, минимальный результат находится диапазоне 60-79%, студент посещал занятия, вел конспект лекций.

Итоговый тест является обязательным для выполнения студентами, не получившими оценку за экзамен по результатам работы в семестре. К сдаче итогового теста допускаются все студенты. Студенты, *получившие оценки "хорошо" по результатам работы в семестре и желающие повысить оценку*, также могут выполнить итоговый тест. В этом случае оценка за экзамен будет выставлена по результату итогового теста.

Критерии оценки итогового теста:

Оценка "удовлетворительно": 70-84% правильных ответов

Оценка "хорошо": 85-100% правильных ответов

Студенты, сдавшие итоговый тест с результатом 85-100% и желающие повысить итоговую оценку на **«отлично»**, сдают дифференцированный зачёт по экзаменационному билету в письменной и устной форме.

На второй пересдаче при результате итогового теста менее 70%, оценка выставляется по результату устного собеседования на экзаменационной комиссии кафедры.

В случае невозможности проведения тестов из-за технических неисправностей системы LMS Moodle или отсутствия интернета экзамен проводится полностью по экзаменационному билету в день проведения экзамена.

Шкала оценивания	**Описание**
Отлично	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Хорошо	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует частичное соответствие следующих знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть

	допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Удовлетворительно	Выполнены все **обязательные условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины. Обучающийся демонстрирует неполное соответствие следующих знаний: Допускаются значительные ошибки, проявляется недостаточность знаний, по ряду показателей, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями при их переносе на новые ситуации.
Неудовлетворительно	Не выполнены обязательные **условия подготовки студента к промежуточной аттестации**, предусмотренные программой дисциплины, ИЛИ Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Промежуточная аттестация проводится в сроки, установленные утвержденным расписанием зачётно-экзаменационной сессии.

До даты проведения промежуточной аттестации студент должен выполнить все работы, предусмотренные настоящей рабочей программой дисциплины.

Перечень обязательных работ и форма отчетности по ним представлены в таблице:

Вид работы*	Форма отчетности и текущего контроля
Реферат или презентация	Оформленные рефераты или презентации, предусмотренные рабочей программой дисциплины с отметкой преподавателя «зачтено», если выполнены и оформлены все работы.
Ответы на вопросы в системе ЛМС	Студенты скачивают лист с вопросами и письменно, от руки, переписывая вопрос отвечают на все вопросы, которые указаны в файле и подписанный файл прикрепляют в ЛМС в элемент «задание». Ответить нужно на все вопросы по всем темам данной дисциплины, которые есть в системе ЛМС.

*Если не выполнен один или более видов учебной работы, указанных в таблице, преподаватель имеет право выставить неудовлетворительную оценку по итогам промежуточной аттестации.

Примеры тем для рефератов:

1. Современные технологии реновации деталей сварочными методами без расплавления соединяемых материалов. (ОПК-9)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
3. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой под флюсом. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
4. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей плазменной наплавкой порошковых материалов. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
5. Технология и оборудование восстановления и упрочнения деталей электродуговой наплавкой в среде защитного газа. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

Примерный перечень вопросов, который преподаватель может выложить в системе ЛМС:

1. Какие способы восстановления и упрочнения могут применяться для ремонта деталей автомобилей и тракторов? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
2. В чем заключаются преимущества и недостатки технологии электродуговой наплавки деталей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
3. Какие виды дефектов появляются на деталях автотранспорта при его эксплуатации? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
4. Как классифицируются восстанавливаемые детали по условиям их работы? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
5. Какими материалами обычно рекомендуется наплавлять изделия, работающие в условиях трения металла о металл? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
6. Какими материалами обычно рекомендуется наплавлять изделия, работающие в условиях абразивного изнашивания с ударными нагрузками? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
7. Какие операции в обязательном порядке предшествуют технологическому процессу наплавки поверхности? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
8. Какие виды очистки поверхностей деталей могут применяться в технологическом процессе подготовки деталей к наплавке? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
9. С какой целью осуществляется дефектация и сортировка деталей перед их восстановлением? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
10. Какими параметрами определяется выбор способа наплавки изделий? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
11. По каким параметрам выбирают покрытые электроды для ручной дуговой наплавки стальных изделий? (ОПК-9)
12. Какова техника выполнения наплавки поверхностей изделий покрытыми электродами? (ОПК-9)
13. Какой припуск на механическую обработку должен быть сформирован на поверхности изделия, восстанавливаемого ручной дуговой наплавкой покрытыми электродами? (ОПК-9)
14. Какими параметрами отличается газовая сварка от электродуговой ремонтной сварки покрытыми электродами? (ОПК-9)
15. Каковы технологические особенности ремонтной сварки стальных изделий с помощью газового пламени? (ОПК-9)
16. Какой технологический прием применяется при заварке трещин на тонколистовых изделиях? (ОПК-9)
17. Какие затруднения наблюдаются при ремонтной сварке чугуна? (ОПК-9)
18. Какие группы способов для ремонтной сварки чугунных изделий имеются в арсенале технологов-ремонтников? (ОПК-9)

19. С какой целью применяют общий предварительный подогрев чугунных деталей перед заваркой дефектов? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

20. Какие электроды можно применять для восстановления чугунных деталей при сварке без предварительного подогрева («в холодную»)? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

21. В чем заключаются технологические и металлургические трудности при сварке сплавов на основе алюминия и магния? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

22. Какие способы ремонтной сварки деталей из алюминиевых сплавов имеются в распоряжении технолога? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

Примерный перечень вопросов для защиты практических работ:

1. В чем состоит особенность ремонтной сварки изделий из легких сплавов трехфазной дугой неплавящимися электродами в среде аргона? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

2. В чем заключаются проблемы заварки дефектов изделий из магниевых сплавов и как они решаются на ремонтных предприятиях? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

3. Какие преимущества и недостатки характерны для способа механизированной наплавки цилиндрических изделий под слоем флюса? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

4. Какие технологические приемы используются при механизированной наплавке под слоем флюса цилиндрических изделий? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

5. Какие основные преимущества и недостатки характерны для способа вибродуговой наплавки? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

6. В чем состоит сущность способа вибродуговой наплавки деталей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

7. С какой целью подают углекислый газ в зону наплавки в процессе выполнения ремонта изделия? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

8. Какие проволоки используются для наплавки стальных и чугунных деталей в среде углекислого газа? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

9. В чем заключается сущность способа электроконтактной наварки цилиндрических поверхностей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

10. Какие функции выполняет порошок, входящий в состав порошковой проволоки для наплавки стальных изделий, в процессе ее плавления? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

11. Какие типы порошковых проволок применяются для электродуговой ремонтно-восстановительной наплавки стальных деталей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

12. В чем заключается сущность метода индукционной наплавки деталей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

13. Какие преимущества и недостатки характерны для метода индукционной наплавки? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

14. Каковы преимущества плазменной наплавки по сравнению с другими способами нанесения слоев на поверхность? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

15. Какие присадочные материалы используются для плазменной наплавки и какие – для электродуговой металлизации? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

16. Какие виды ремонта предусматриваются в зависимости от степени повреждения или коррозионного разрушения кузовной детали? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

17. Какой вид сварки, как правило, применяется при ремонте кузовных деталей? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

18. Какие основные операции включает в общем виде технология восстановления агрегатов и отдельных деталей автомобиля? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

19. Каким способом рекомендуется наплавлять мелкоразмерные детали типа валика водяного насоса или крестовины карданного вала? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

20. Какие способы рекомендуется использовать при восстановлении поверхностей массивных изделий типа ведущей звездочки бульдозера? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

21. Какой наплавочный материал рекомендуется для восстановления опорного катка гусеничного трактора или шарнирной трубы трактора К-700? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

22. Какие существуют способы восстановления эксплуатационных свойств блоков цилиндров ДВС? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

23. В чем заключаются особенности ремонтной сварки головок блока ДВС из алюминиевых сплавов? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

24. Какие наплавочные материалы применяются для наплавки фасок клапана ДВС? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

25. В чем состоит затруднение при восстановлении шеек стальных и чугунных коленчатых валов методами электродуговой наплавки? (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация проводится на 8 семестре обучения в форме дифференцированный зачёт

Промежуточная аттестация – экзамен может проводиться:

- по билетам в устной форме

- с применением средств электронного обучения и дистанционных образовательных технологий – тесты

Регламент проведения аттестации:

- время для подготовки ответа на вопросы по билетам (не более 40 мин.);

- время на выполнение задания. Тест проходиться в течении 30 минут, 20 вопросов;

- время на ответ по билету – не более 10 минут.

Содержание экзаменационного задания:

Количество вопросов в билете 2. Экзаменационные билеты хранятся на кафедре и в материалах РПД не размещаются. Но обязательно в помощь студентам для подготовки к аттестации в РПД размещается перечень вопросов, выносимых преподавателем на аттестацию по дисциплине, из которых формируются экзаменационные билеты.

Для проведения текущего контроля успеваемости по отдельным разделам (темам) дисциплины могут применяться тестовые задания или контрольные задания с ответами «верно – неверно» или соответствия на ввод численного значения.

Раздел дисциплины (тема) зачитывается студенту как освоенная «зачтено», если количество правильных ответов 60% и более. Если правильных ответов меньше 60% ставится «незачтено» и назначается повторное тестирование.

Итоговая аттестация Экзамен может проходить в формате Теста.

Студент набравший от 81 балла и выше - **оценка - отлично**.

Студент набравший от 71 до 80 - **оценка - хорошо**.

Студент набравший от 60 до 70 - **оценка - удовлетворительно**

Студент набравший до 60 баллов - **оценка - неудовлетворительно**

Перечень вопросов для подготовки к дифференцированному зачёту **и составления экзаменационных билетов (8 семестр)**

1. Физическая сущность основных способов ручной дуговой наплавки. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
2. Особенности восстановления и упрочнения деталей электроконтактной приваркой. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
3. Выбор материалов для реновации деталей наплавкой или напылением. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)
4. Вибродуговая наплавка и ее особенности. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

5. Физическая сущность и схема процесса автоматической наплавки под слоем флюса. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

6. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

7. Физическая сущность газопламенного нанесения порошковых покрытий. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

8. Источники экономической эффективности реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

9. Выбор материалов для восстановления деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

10. Электрошлаковая наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

11. Классификация способов восстановления деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

12. Наплавка открытой дугой самозащитными материалами. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

13. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9, ПК-1

14. Плазменная наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

15. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9, ОПК-5)

16. Детонационное напыление и его особенности. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

17. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

18. Краткая характеристика оборудования и материалов для наплавки. (ОПК-9)

19. Классификация и применение электродуговой наплавки. (ОПК-9)

20. Технологические возможности и область применения электроконтактной приварки. (ОПК-9)

21. Определение понятий «восстановление» и «упрочнение» деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

22. Газовая наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

23. Методы контроля деталей после реновации и упрочнения. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

24. Газопламенное напыление. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

25. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

26. Электродуговая металлизация. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

27. Материалы для восстановления и упрочнения деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

28. Плазменное напыление. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

29. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ПК-1, ОПК-5)

30. Газодинамическое напыление. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5, ПК-1, ОПК-5)

31. Классификация и характеристика видов напыления. (ПК-1, ОПК-5

32. Технологии восстановления и упрочнения деталей с дополнительным присадочным материалом. (ОПК-9)

33. Способы легирования покрытий при электродуговой наплавке. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

34. Электроискровая наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

35. Металлургические процессы при электродуговой и электрошлаковой наплавке. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

36. Лазерная наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

37. Общие вопросы технологии реновации и упрочнения деталей. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

38. Электродуговая наплавка под слоем флюса. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

39. Подготовка детали и присадочных материалов к наплавке. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

40. Газопламенное напыление порошковых материалов. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

41. Виды изнашивания поверхностей и их особенности. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

42. Электронно-лучевая наплавка. (ОПК-9, ПК-1, ОПК-5)

43. Источники нагрева при сварке, наплавке, напылении и пайке. (ОПК-9)
44. Технологические особенности электродуговой наплавки. (ОПК-9)

Приложение 1

Структура и содержание дисциплины «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве»
по направлению подготовки
15.03.01 «Машиностроение»
Профиль подготовки
Оборудование технологии сварочного производства
Форма обучения: очная
Год набора: 2025/2026
(Бакалавриат)

n/n	Раздел	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость в часах					Виды самостоятельной работы студентов					Формы аттестации	
				Л	П/С	Лаб	СРС	КСР	К.Р.	К.П.	РГР	Реферат	К/р	Э	З
1.	Введение 1. Анализ состояния проблемы поверхностного упрочнения изделий, работающих в условиях интенсивного изнашивания 1.1. Общий обзор методов поверхностного упрочнения изделий Напыление износостойких покрытий из порошковых материалов 1.2. Некоторые новые методы получения износостойких покрытий 1.3. Выбор способа восстановления и упрочнения деталей	8	1,2	4	3										
2.	2. Технологии упрочнения изделий с использованием различных вариантов наплавки	8	3,4	4	3										

	3. Анализ проблемы получения порошков из отходов вольфрамсодержащих отходов твердых сплавов														
3.	3.1. Изучение и выбор метода получения из отходов твердых сплавов Получение порошка из отходов твердых сплавов температурными методами Получение порошковых материалов из отходов твёрдых сплавов расплавленным цинком Получение порошков из отходов твердых сплавов методом электроэрозионного диспергирования 3.2. Анализ оборудования для получения порошка методом электроэрозионного диспергирования	8	5,6	4	3										
4.	3.3. Рабочие среды для электроэрозионного диспергирования отходов твердых сплавов 3.4. Технология получения порошков методом электроэрозионного диспергирования из отходов твердых сплавов	8	7,8	4	3										
5	4. Упрочнение изделий за счет использования твердосплавных электроэрозионных порошков 4.1. Разработка и внедрение технологии упрочнения режущего инструмента электроискровым легированием	8	9,10	4	3										

	Получение и исследование электродов из твердосплавных электроэрозионных порошков Получение упрочненных покрытий электродами из твердосплавных электроэрозионных порошков и их исследование														
6	4.2. Разработка и внедрение технологии восстановления шеек коленчатых валов и тарелок клапанов двигателей внутреннего сгорания плазменно-порошковой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков	8	11, 12	4	3										
7	Технология восстановления шеек коленчатых валов Оптимизация состава наплавляемых порошковых композиций с целью улучшения качества плазменных покрытий Исследование свойств плазменных покрытий	8	13, 14	4	3										
8	4.3. Разработка и внедрение технологии восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков Технология восстановления и упрочнения лемехов плугов электродуговой наплавкой с	8	15, 16	4	3										

	использованием твердосплавных электроэрозионных порошков Исследование свойств покрытий, полученных электродуговой наплавкой														
9	4.4. Разработка и внедрение технологии восстановления поршневых пальцев железнением с использованием в качестве упрочняющей фазы твердосплавных электроэрозионных порошков Выбор и исследование электролита для получения композиционных гальванических покрытий при восстановлении и упрочнении деталей Технологический процесс восстановления поршневых пальцев дизельного двигателя СМД–14/18/20 железнением с использованием твердосплавных электроэрозионных порошков в качестве упрочняющей фазы	8	17, 18	4	3										
	Итого:			36	26		82							+	