



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»

УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММиМ  
А.С. Савинов

19.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН***

Направление подготовки (специальность)  
15.04.01 Машиностроение

Направленность (профиль/специализация) программы  
Сварочные комплексы

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Машины и технологии обработки давлением и машиностроения
Курс	2
Семестр	3

Магнитогорск  
2023 год


Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 15.04.01 Машиностроение (приказ Минобрнауки России от 14.08.2020 г. № 1025)


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и машиностроения  
10.05.2023, протокол № 8

Зав. кафедрой  С.И. Платов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ  
19.05.2023 г. протокол № 7

Председатель  А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры МиТОДиМ, канд. техн. наук  С.В. Михайлицын

Рецензент:  
профессор кафедры ЛПиМ, д-р техн. наук  А.Н. Емелюшин

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Машины и технологии обработки давлением и

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ С.И. Платов

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Цели должны соответствовать компетенциям, формируемым в результате освоения дисциплины (модуля).

Целями освоения дисциплины (модуля) ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН является: эффективное использование методов сварки, наплавки и деталей машин и агрегатов, выбор материалов, оборудования и оптимальных технологий для реализации этих процессов; овладение достаточным уровнем общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 15.03.01 - МАШИНОСТРОЕНИЕ.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Восстановление и упрочнение деталей машин входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Современные методы описания и анализа металла сварных соединений

Теория и основы разработки новых сварочных материалов

Теория и технологические основы сварочных процессов

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Новые конструкционные материалы

Подготовка и сдача государственного экзамена

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Восстановление и упрочнение деталей машин» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-8	Способен подготавливать отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения;
ОПК-8.1	Подготавливает отзывы и заключения на проекты стандартов, рационализаторские предложения и изобретения в области машиностроения
ОПК-8.2	Решает задачи, связанные с использованием результатов интеллектуальной деятельности и средств индивидуализации для создания инновационной продукции и услуг, в том числе ориентированных на зарубежные рынки

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 33,9 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 74,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 2 акад. час;

Форма аттестации - курсовая работа, зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1.								
1.1 Цели и задачи изучаемого курса. История развития теории и практики восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей оборудования. Условия работы и характер износа деталей оборудования и техно-логического инструмента. Виды изнашивания. Классификация и сущность способов восстановления и упрочнения рабочих поверхностей. Выбор состава и свойств упрочняющих покрытий. Области применения	3	4			6	Самостоятельное изучение учебной и науч- ной литера- туры	Наличие конспектов лекций	ОПК-8.1, ОПК-8.2

<p>1.2 Современные наплавочные материалы. Материалы для восстановительной и износостойкой наплавки. Коррозионностойкие наплавочные материалы. Характеристика, свойства и области применения. Теоретические основы наплавки. Основной металл. Свариваемость основного металла. Погонная энергия и скорость охлаждения. Режимы наплавки. Доля основного металла в металле наплавки. Термообработка после наплавки</p>	4			6	Самостоятельное изучение учебной и науч- ной литера- туры	Наличие конспектов лекций	ОПК-8.1, ОПК-8.2
<p>1.3 Общая характеристика технологии напыления. Способы напыления, их сущность. Напыляемые материалы. Прочность сцепления покрытия с основным материалом и между собой. Плотность покрытия. Термообработка после нанесения покрытия. Технология восстановления и упрочнения на-плавкой и напылением деталей металлургического и горно-рудного оборудования</p>	4			6	Самостоятельное изучение учебной и науч- ной литера- туры	Наличие конспектов лекций	ОПК-8.1, ОПК-8.2
<p>1.4 Упрочнение деталей машин поверхностным пластическим деформированием. Формирование упрочненного слоя деталей методом ППД. Остаточные напряжения и связь состояния поверхности с эксплуатационными свойствами деталей. Оборудование и технология для ППД (Обкатывание, выглаживание, УЗ-обработка, чеканка, упрочнение проволочным инструментом, об-работка дробью и др.). Дефекты наплавки и напыления. Причины образования и методы их обнаружения</p>	4			6	Самостоятельное изучение учебной и науч- ной литера- туры	Наличие конспектов лекций	ОПК-8.1, ОПК-8.2
Итого по разделу	16			24			
2.							

2.1 Выбор состава наплавленного металла в зависимости от видов изнашивания деталей	3			8	10	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2
2.2 Технологические особенности наплавки металла различного состава				4	14	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2
2.3 Нанесение металлических покрытий методом дробного плакирования гибким инструментом				4	22,2	Оформление лабораторной работы	Защита лабораторной работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2
Итого по разделу				16	46,2			
3.								
3.1 Промежуточная аттестация (зачёт)	3					Подготовка к зачёту	Промежуточный контроль (зачёт)	ОПК-8.1, ОПК-8.2
3.2 Курсовая работа						Выполнение курсовой работы	Защита курсовой работы	ОПК-8.1, ОПК-8.2
Итого по разделу					3,9			
Итого за семестр		16		16	70,2		зачёт,кр	
Итого по дисциплине		16		16	74,1		курсовая работа, зачет	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН применяются следующие образовательные и информационные технологии:

5.1. Используются наглядные пособия, натурные наплавленные образцы для механических испытаний наплавленного металла, технические средства обучения.

5.2. Используется оборудование для проведения цикла лабораторных работ: наплавочное оборудование, станочное оборудование для изготовления образцов для механических и спектральных испытаний наплавленного металла, оборудование для химического анализа наплавленного металла.

5.3. Используется оборудование электродного цеха для производства наплавочных электродов и порошковых проволок.

5.4. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, для чего при проведении отдельных занятий и организации самостоятельной работы студентов используются электронные версии курса лекций и практической работы.

5.5. Работа в команде – совместная деятельность студентов в группе при расчетах на практических занятиях, направленная на решение общей задачи путем сложения результатов индивидуальной работы членов группы.

5.6. Case-study - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений.

5.7. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей и их группировка в контексте решаемой задачи.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1 Михайлицын, С. В. Восстановление и упрочнение деталей машин : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев, А. В. Ярославцев ; МГТУ. - Магнитогорск : [МГТУ], 2017. - 179 с. : ил., табл., схемы, диагр., граф., эскизы, черт. –

URL:<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3284.pdf&show=dcatalogues/1/1137415/3284.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0932-8. - Имеется печатный аналог.

2 Михайлицын, С. В. Основы сварочного производства : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев, А. В. Ярославцев ; МГТУ. - Магнитогорск : [МГТУ], 2017. - 243 с. : ил., табл., схемы, граф., эскизы. –

URL:<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3270.pdf&show=dcatalogues/1/1137326/3270.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0946-5. - Имеется печатный аналог.

### **б) Дополнительная литература:**

1 Михайлицын, С. В. Сварочные и наплавочные материалы : конспект



лекций / С. В. Михайлицын, А. И. Беляев ; МГТУ, каф. [МиТОД]. - Магнитогорск, 2012. - 199 с. : ил., схемы, табл. –

URL:<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=547.pdf&show=dcatalogues/1/1096819/547.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.

2 Контроль качества сварных и паяных соединений : учебное пособие / С. В. Михайлицын, М. А. Шекшеев, Д. В. Терентьев, Е. Н. Ширяева ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2018. - 113 с. : ил., табл., схемы. –

URL:<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=3624.pdf&show=dcatalogues/1/1524690/3624.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0627-3. - Имеется печатный аналог.

3 Шекшеев, М. А. Структура сварных соединений. Методы описания и анализа : лабораторный практикум / М. А. Шекшеев, А. Б. Сычков, С. В. Михайлицын ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. –

URL:<https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=2776.pdf&show=dcatalogues/1/1132914/2776.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

4 Смирнов И.В. Сварка специальных сталей и сплавов [Электронный ресурс]. – М.: Лань, 2012. – 272 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/2771> - Загл. с экрана. – ISBN 978-5-8114-1247-1.

5 Квагинидзе В.С. Технология металлов и сварка [Электронный ресурс]. – М.: Горная книга, 2004. – 566 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3221> - Загл. с экрана. – ISBN 978-5-7418-0348-2.

#### **в) Методические указания:**

1 С.В. Михайлицын, А.И. Беляев. Пластическое деформирование, плакирование и наплавка для восстановления и упрочнения деталей машин и механизмов: Методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов специальностей 150202 «Оборудование и технология сварочного производства» и 170300 «Металлургические машины и оборудование». Магнитогорск: ГОУ ВПР «МГТУ», 2013. – 61 с.

2. Залилов, Р. В. Программа практической подготовки студентов : методические указания / Р. В. Залилов, И. В. Белевская, О. В. Зинина ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2012. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. -

URL: <https://magtu.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1326.pdf&show=dcatalogues/1/1123606/1326.pdf&view=true> (дата обращения: 04.10.2019). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

#### **г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

##### **Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Информационная система - Единое окно доступа к информационным	URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>

### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ: лабораторный корпус с лабораторией сварки и лабораторией резания - Комплект печатных и электронных версий методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕ-ТАЛЕЙ МАШИН». Сварочные аппараты. Оборудование для изготовления наплавочной порошковой проволоки. Образцы наплавочных материалов;

Учебная аудитория для проведения лабораторных работ по наплавке - Комплект методических рекомендаций, учебное пособие, плакаты по темам «ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ МАШИН»;

Учебная аудитория для проведения механических испытаний -

1. Машины универсальные испытательные на растяжение, сжатие, скручивание.
2. Мерительный инструмент.
3. Приборы для измерения твердости по методам Бринелля и Роквелла.
4. Микротвердомер.
5. Печи термические.

Учебная аудитория для проведения металлографических исследований - Микроскопы МИМ-6, МИМ-7;

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - Доска, мультимедийный проектор, экран;

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы обучающихся - Персональные компьютеры с пакетом MS Office и выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования

Инструменты для ремонта лабораторного оборудования

### **Задания по самостоятельной работе**

1. Выбрать состав наплавленного металла при механическом износе;
2. Выбрать состав наплавленного металла при эрозии;
3. Выбрать состав наплавленного металла при молекулярно-механическом износе;
4. Выбрать состав наплавленного металла при коррозионно-механическом износе;
5. Выбрать состав наплавленного металла при кавитации;
6. Разработать технологию наплавки металла различного состава (по заданию преподавателя);
7. Разработать технологию нанесения покрытия методом плакирования гибким инструментом (по заданию преподавателя).

### **Вопросы самоконтроля для студентов**

1. История развития теории и практики восстановления и упрочнения быстроизнашивающихся деталей оборудования.
2. Классификация и сущность способов восстановления и упрочнения рабочих поверхностей деталей оборудования.
3. Виды изнашивания.
4. Классификация и сущность способов восстановления и упрочнения рабочих поверхностей.
5. Выбор состава и свойств упрочняющих покрытий.
6. Материалы для восстановительной и износостойкой наплавки.
7. Коррозионно-стойкие наплавочные материалы.
8. Выбор состава наплавленного металла в зависимости от вида изнашивания деталей оборудования.
9. Способы наплавки изношенных поверхностей.
10. Свариваемость основного металла.
11. Погонная энергия и скорость охлаждения при наплавке.
12. Регулирование доли основного металла в металле наплавки и определение толщины наплавленного слоя.
13. Наплавочные порошковые проволоки и ленты.
14. Технология наплавки углеродистых сталей.
15. Технология наплавки высоколегированных сталей.
16. Технология наплавки чугунов.
17. Технология наплавки меди и алюминия.
18. Электроды для наплавки поверхностных слоев с особыми свойствами.
19. Техника наплавки деталей типа тел вращения.
20. Понятие о режимах электродуговой наплавки.
21. Напряжения и деформации при наплавке.
22. Дефекты в наплавленном металле и способы их устранения.
23. Подготовка к наплавке и последующая термическая обработка.
24. Напыляемые материалы.
25. Газопламенное напыление.
26. Детонационное напыление.
27. Плазменное напыление.
28. Электродуговая металлизация.
29. Способы и температура напыляемого материала.
30. Прочность сцепления покрытия с основным материалом.

31. Термообработка после нанесения покрытия.
32. Способы повышения прочности сцепления и плотности напыляемого покрытия.
33. Дефекты в напылённом металле и способы их устранения.
34. Упрочнение рабочих поверхностей деталей методом поверхностного пластического деформирования.
35. Остаточные напряжения связь состояния поверхности с эксплуатационными свойствами деталей.
36. Оборудование и технология ППД методом обкатывания.
37. Оборудование и технология ППД методом выглаживания.
38. Оборудование и технология ППД методом ультразвуковой обработки.
39. Оборудование и технология ППД методом чеканки.
40. Оборудование и технология ППД методом упрочнения проволочным инструментом.
41. Оборудование и технология ППД методом обработки дробью.
42. Нанесение покрытий методом плакирования гибким инструментом.

### **Темы курсовых работ**

Разработать технологический процесс восстановления или упрочнения наплавкой (напылением) следующих деталей:

1. Конусов засыпных аппаратов доменных печей;
2. Чаш засыпных аппаратов доменных печей;
3. Листовых прокатных станов горячей прокатки;
4. Опорных валков;
5. Роликов МНЛЗ;
6. Валков обжимных прокатных станов;
7. Валков заготовочных прокатных станов;
8. Валков сортовых прокатных станов;
9. Ножей для резки горячего металла;
10. Ножей для резки холодного металла;
11. Штампового инструмента;
12. Прессового инструмента;
13. Крановых колёс.
14. Роликов рольгангов прокатных станов;
15. Деталей обогатительного оборудования;
16. Деталей агломерационного оборудования;
17. Деталей землеройных машин;
18. Деталей дробильно-помольного оборудования коксохимического производства;
19. Деталей подачи абразивных сыпучих материалов;
20. Деталей волочильных станов;
21. Деталей железнодорожного транспорта;
22. Деталей гидравлических прессов;
23. Деталей мартеновского производства;
24. Деталей конверторного производства;
25. Деталей и технологической оснастки прокатных станов;
26. Металлорежущего инструмента;
27. Деталей энергетической арматуры.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе её написания обучающийся развивает навыки к научной работе. При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать своё умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разработать и обосновать практические предложения.

#### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.