

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИММ

УТВЕРЖДАЮ /Н.П. Сютлов/  
(Ф.И.О. декана (директора института))

27.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

С.1.1.36 Сварка давлением и сварка специальных сталей

*(код и наименование дисциплины по учебному плану)*

|   |  |
|---|--|
| Направление подготовки<br>(специальность) | 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов         |
| Квалификация выпускника                   | Специалист<br>(бакалавр/магистр/специалист)                        |
| Специализация                             | Проектирование технологических комплексов в сварочном производстве |

|         |      |
|---------|------|
| Курс    | 4    |
| Семестр | 7, 8 |

**Распределение учебного времени**

|  |         |                       |
|--|---------|-----------------------|
| Трудоемкость по учебному плану                         | 180 / 5 | часов/зачетных единиц |
| Лекции   | 4       | часов                 |
| Лабораторные работы                                    | 4       | часов                 |
| Практические занятия                                   | -       | часов                 |
| Иная контактная работа                                 | -       | часов                 |
| Всего контактной работы (без учета экз.)               | 8       | часов                 |
| Контактная работа по экзамену                          | -       | часов                 |
| Курсовой проект (работа)                               | -       | семестр               |
| Самостоятельная работа обучающихся<br>(без учета экз.) | 172     | часов                 |
| Самостоятельная работа по подготовке к экзамену        | -       | часов                 |
| Экзамен  | -       | семестр               |
| Зачет  | -       | семестр               |
| БРК, ДЗ  | 8       | семестр               |

(год)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО направления подготовки (специальности) 15.05.01 Проектирование технологических машин и комплексов

Программу составили:

|  |           |             |                |
|--|-----------|-------------|----------------|
| доцент с ученой степенью<br>кандидата наук | МиМ       | СОГЛАСОВАНО | О.И. Разинская |
| (должность)                                | (кафедра) |             | (И.О. Фамилия) |

РАССМОТРЕНА и ОДОБРЕНА на заседании кафедры, за которой закреплена дисциплина  
Кафедра машиностроения и материаловедения

|                     |             |                        |  |
|---------------------|-------------|------------------------|--|
|                     |             | (наименование кафедры) |  |
| 25.01.2023          | протокол №  | 1                      |  |
| (дата)              |             |                        |  |
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | С.Я. Алибеков          |  |
|                     |             | (И.О. Фамилия)         |  |

Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом (институтом), выпускающей(ими)  
кафедрой(ами).  
СООТВЕТСТВУЕТ действующей ОП.

|                     |             |                |
|---------------------|-------------|----------------|
| Заведующий кафедрой | СОГЛАСОВАНО | А.И. Павлов    |
|                     |             | (И.О. Фамилия) |

Председатель методической комиссии факультета (института), в который входит  
выпускающая кафедра

|             |                |
|-------------|----------------|
| СОГЛАСОВАНО | А.А. Медяков   |
|             | (И.О. Фамилия) |

Эксперт(ы): Макаров Д.Е., ведущий инженер-конструктор АО «Марийский  
машиностроительный завод»

Рабочая программа проверена и зарегистрирована в УМЦ 01.03.2023 г.

Специалист учебно-методического центра СОГЛАСОВАНО /Т.А. Смирнова/

## Раздел 1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение планируемых результатов обучения, соответствующих установленным в ОПОП индикаторам достижения компетенций:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции  | Результаты обучения   |
|--|---|---|
| 1. ОПК-5<br>Способен генерировать и использовать новые инженерные идеи в области своей профессиональной деятельности   | ОПК-5.1 Разрабатывает и грамотно обосновывает технические и технологические решения в области сварки, сварочного оборудования, инструмента и оснастки   | <p><b>знания:</b> Возможности, области применения, достоинства и недостатки способов сварки давлением. Основное оборудование экономические показатели способов сварки давлением.</p> <p><b>умения:</b> Разрабатывать или усовершенствовать технологические процессы сварки сборочно-сварочные приспособления. Выбирать оборудование для сварки и необходимое вспомогательное оборудование.</p> <p><b>навыки:</b> Составления технологических процессов изготовления сварных конструкций</p> |
|  | ОПК-5.2 Использует новые инженерные решения в профессиональной деятельности   | <p><b>знания:</b> Теоретические основы способов сварки давлением. Методы выбора эффективного способа сварки, Исходя из особенностей свариваемых материалов и эксплуатационных требований к ним</p> <p><b>умения:</b> Применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении</p> <p><b>навыки:</b> Расчета и подбора эффективных параметров сварки.</p>   |
| 2. ПК-1<br>Способность применять знания принципов и особенностей создания машин и автоматизированных технологических комплексов в сварочном производстве и их основных технических характеристик | ПК-1.1 Применить принципы и особенности создания машин и автоматизированных технологических комплексов в сварочном производстве; применяет знания основных технических характеристик сварочных машин, оборудования и технологических комплексов | <p><b>знания:</b> Средства механизации и автоматизации сварочных и сопутствующих вспомогательных операций</p> <p><b>умения:</b> Контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий</p> <p><b>навыки:</b> Работы с технологическим оборудованием.</p>   |

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3. ПК-2<br>Способность демонстрировать знания конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых в автоматизированных технологических комплексах в сварочном производстве технических средств | ПК-2.1 Способность учитывать в профессиональной деятельности конструктивные особенности разрабатываемых и используемых в автоматизированных технологических комплексах в сварочном производстве технических средств | <b>знания:</b> Технологические особенности производство узлов и конструкций в машиностроении.<br><b>умения:</b> Проектировать и конструировать технологические узлы сварочного оборудования.<br><b>навыки:</b> Проектирования, установки и наладки сварочного оборудования. |
|---|---|---|

## Раздел 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина относится к обязательной части ОПОП.

Дисциплина является обязательной

Для продолжения формирования заявленных компетенций необходимы знания предшествующих дисциплин: Электротехника и электроника (ПК-2)

Изучаемая дисциплина является основой для продолжения формирования указанных компетенций в следующих дисциплинах: Неразрушающий контроль сварных конструкций (ОПК-5), Специальные методы соединения материалов (ПК-1), Теоретические основы сварки давлением (ПК-2), Выбор заготовительных операции в сварочном производстве (ПК-2); государственной итоговой аттестации в форме: Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ОПК-5), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ОПК-5), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-1), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-1), Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена (ПК-2), Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы (ПК-2)

## Раздел 3. ОПИСАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для формирования заявленных компетенций используются методологические технологии, реализующие деятельностный, личностно-ориентированный, практико-ориентированный подходы.

Основными стратегическими технологиями являются: лекционные занятия, процедуры самообучения, практические и лабораторные занятия

На достижение конкретных целей обучения направлены применяемые тактические технологии: задания, классическая лекция, проблемная лекция

## Раздел 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Виды и темы занятий  | Количество часов | Формируемые компетенции |
|--|------------------|-------------------------|
| <b>Сварка давлением и сварка специальных сталей</b>  | <b>72</b>        | ОПК-5, ПК-1, ПК-2       |
| Лекция. Общие сведения и классификация способов сварки давлением. Область применения контактной сварки. Физические основы способов сварки давлением. Контроль качества сварки.   | 2                |                         |
| Лабораторная работа. Электроконтактная стыковая сварка. Расчет режимов при стыковой сварке. Сварочный ток, усилие зажатия, усилие сварки, припуск на осадку, припуск на оплавление, усилие зажатия деталей в губках машины | 1                |                         |
| Лабораторная работа. Роликовая (шовная) сварка. Расчет режимов при роликовой сварке. Сварочный ток, скорость вращения роликов, время сварки, толщина сварного шва.   | 1                |                         |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала лекционных и лабораторных занятий.  | 68               |                         |
| Иная контактная работа:  | 0                |                         |

#### 8 семестр

| Виды и темы занятий  | Количество часов | Формируемые компетенции |
|--|------------------|-------------------------|
| <b>Сварка давлением и сварка специальных сталей</b>  | <b>108</b>       | ОПК-5, ПК-1, ПК-2       |
| Лекция. Оборудование и приборы для точечной сварки материалов, для стыковой сварки оплавлением и сопротивлением, для роликовой (шовной) сварки. Общие сведения о современном оборудовании. Компоновка контактных сварочных машин. Механизмы машин для контактной сварки. | 1                |                         |
| Лекция. Специальные способы сварки.  | 1                |                         |
| Лабораторная работа. Изучение оборудования и приборов для стыковой сварки оплавлением и сопротивлением   | 1                |                         |
| Лабораторная работа. Зависимость прочности сварного соединения от режимов сварки ( $I$ , $U$ , $t$ , $P$ )   | 1                |                         |
| Задания для самостоятельной работы, в том числе выполнение Проработка теоретического материала лекционных и лабораторных занятий.  | 104              |                         |
| Иная контактная работа:  | 0                |                         |

#### Раздел 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изучение дисциплины рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой, ее структурой и содержанием разделов. Учебный материал структурирован, изучение дисциплины осуществляется в тематической последовательности. **Занятия лекционного типа** дают систематизированные знания по дисциплине, концентрируют внимание на наиболее сложных и важных вопросах. Во время лекционных занятий рекомендуется вести конспектирование учебного материала; обращать внимание на формулировки и категории, раскрывающие суть проблемы, явления или процесса; зафиксировать выводы и практические рекомендации. Подготовка к **занятиям семинарского типа** включает ознакомление с планом

лабораторного занятия; работу с конспектом лекций, выполнение домашнего задания, работу с учебной и учебно-методической литературой, научными изданиями и электронными образовательными ресурсами, рекомендованными рабочей программой дисциплины.

Содержание **самостоятельной работы** определяется рабочей программой дисциплины, оценочными и методическими материалами, заданиями и указаниями преподавателя. Самостоятельная работа может осуществляться в аудиторной и внеаудиторной формах. Эффективным средством осуществления самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к образовательной программе, рабочей программе дисциплины, к электронным библиотечным системам, профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

Изучение дисциплины включает выполнение лабораторной работы и т.д. Периодичность проведения, формы текущего контроля успеваемости, система оценивания хода освоения дисциплин представлены в рабочей программе.

## Раздел 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

| №№<br>п/п   | Список используемой литературы   | Количество<br>экземпляров печатных<br>изданий, имеющих в<br>библиотеке, или<br>электронный адрес издания<br>(ресурса) в сети Интернет                              |
|---|--|--|
| <b>УЧЕБНЫЕ, УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И НАУЧНЫЕ ИЗДАНИЯ</b> |  |  |
| 1.  | Чуларис, Александр Александрович. Технология сварки давлением [Текст] : [учеб. пособие для студентов вузов по направ. 651400 "Технол. машины и оборудование", специальности 120500 "Оборудование и технология свароч. пр-ва"] / А. А. Чуларис, Д. В. Rogozin. Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. - 221 с. ISBN 5-222-09318-2. Экземпляры: всего 20. | 20   |
| 2.  | Козловский, С. Н. Введение в сварочные технологии [Электронный ресурс] / Козловский С. Н. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 416 с. ISBN 978-5-8114-1159-7.  | <a href="https://e.lanbook.com/book/210602">https://e.lanbook.com/book/210602</a>  |
| 3.  | Деев, Г. Ф. Зона сплавления в сварном соединении [Электронный ресурс] : монография / Деев Г. Ф., Деев Д. Г. Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 152 с. ISBN 978-5-8114-2928-8.  | <a href="https://e.lanbook.com/book/212540">https://e.lanbook.com/book/212540</a>  |
| 4.  | Алибеков, Сергей Якубович. Технология конструкционных материалов. Горячая обработка металлов [Текст] : лаб. практикум / С. Я. Алибеков, О. И. Разинская. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2009. - 70 с. Экземпляры: всего 56.   | 56 / <a href="https://portal.volgatech.net/books/Alibekov,_Razinskaja_tehnologija.pdf">https://portal.volgatech.net/books/Alibekov,_Razinskaja_tehnologija.pdf</a> |

### 6.2. Материально-техническая база и программное обеспечение

| №№<br>п/п | Аудитории для проведения учебных занятий, самостоятельной работы и проведения государственной итоговой аттестации | Перечень основного оборудования  | Программное обеспечение  |
|-----------|---|--|--|
| 1.        | 141a (I)  | Весы лабораторные EL-600 (2), Весы лабораторные ВК-300 (1), Вискозиметр ВЗ-246 (1), Колонки SVEN 2.0 STREAM Mega R (1), Комплект кодотран материаловедени (1), Комплект кодотран основы метролог (1), Комплект кодотран. литейное произ (1), Компьютер AMDX2 4200/4Gb/250Gb/DVD-RW/FDD/Монитор 17"Samsung клв.мышь (1), МИКРОСКОП МЕТАМ РВ-22 (1), Ноутбук Lenovo (G500) 15,6" HD (1), Оверхед-проектор Medium портативный (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ ПМ-8 (1), ПЕЧЬ МУФЕЛЬНАЯ СНОЛ 8,2/1100 (2), Печь муфельная СНОЛ-6,7/1300 (1), Принтер лазерн. Xerox 3122 (1), Проектор мультимедийный Hitachi CP- RX93 (1), Станок шлифовально-полировальный ШЛИФ-2М-V (1), СТИЛОСКОП СЛ-13 (1), Стол лабораторный СЛМ-1Н (1), Стол химический пристенный СХП -2Н (1), Термодат-11М3 /4УВ/4Р регулятор температуры (1), Термодат-25У1-РМ /8У/8С/ВР регулятор температуры (1), Толщиномер Константа К-5 (1), Толщиномер покрытий ТТ100 (1), Универсальный измеритель-регулятор ТРМ138Р (1), Установка для индукционного нагрева металла i-Ductor (1), ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ (1), Щит управления (1714,4) (1), Экран настенный рулонный 200x200 см (1), Комплект учебной мебели (1) | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web, Microsoft Access, Microsoft Visio Professional, Microsoft Project Professional, Microsoft Visual Studio Enterprise, Комплект ПО для решения основных пользовательских задач |
| 2.        | 008 (I)   | Комплект учебной мебели (1)  | Microsoft Windows Enterprise, Справочная правовая система "Консультант Плюс", Microsoft Office Standard, Агент Dr.Web,   |

|  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  |  |  | Microsoft Access,<br>Microsoft Visio<br>Professional, Microsoft<br>Project Professional,<br>Microsoft Visual Studio<br>Enterprise, Комплект ПО<br>для решения основных<br>пользовательских задач |
|--|--|--|--|

## Раздел 7. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ/ ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Критерии оценивания индикаторов достижения компетенций направлены на:

- усвоение теоретического материала (объем знаний, глубина усвоения), предусмотренного рабочей программой;
- умение излагать материал (четкость, грамотность изложения материала, точность и полнота воспроизведения учебного материала);
- умение применять теоретические знания при решении практических заданий.

Шкала оценивания представлена ниже.

| Уровень сформированности элементов компетенции | Критерии оценивания   | Шкала оценивания  |
|--|---|-------------------|
| Пороговый уровень                              | Обучающийся имеет знания основного материала, проявляет умение логично его излагать, но может допускать неточности в изложении материала, недостаточно правильные формулировки, испытывает затруднения в выполнении практических заданий.   | удовлетворительно |
| Продвинутый уровень                            | Обучающийся твердо знает программный материал, излагает его грамотно и по существу, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения   | хорошо            |
| Высокий уровень                                | Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, грамотно и логически стройно его излагает, дает исчерпывающие ответы на поставленные вопросы. В ответе тесно увязывается теория с практикой, при этом обучающийся не затрудняется с ответом при видоизменении задания, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, показывает знакомство с монографической литературой, периодическими изданиями, правильно обосновывает принятые решения, свободно владеет разносторонними навыками, приемами выполнения практических работ | отлично           |

### 7.1. Промежуточная аттестация обучающихся

Промежуточная аттестация обучающихся направлена на оценивание результатов обучения по дисциплине (модулю) и проводится с использованием фондов оценочных средств.



Примеры типовых контрольных заданий из базы фонда оценочных средств по образовательной программе.

#### Вариант 0

I. Стыковую сварку с разогревом стыка заготовок до пластического состояния называют:

1. сваркой оплавлением;
2. рельефной сваркой;
3. точечной сваркой;
4. сваркой сопротивлением.

II. На схеме дан цикл шовной сварки:

1. с прерывистым оплавлением кромок заготовок;
2. с непрерывным оплавлением кромок заготовок;
3. с прерывистым включением сварочного тока;
4. с непрерывным включением сварочного тока.

III. Величина усилия осадки при сварке прерывистым оплавлением (при удельном давлении  $6 \text{ кг/мм}^2$ ) стыка площадью  $500 \text{ мм}^2$  равна:

1. 300 кгс;
2. 400 кгс;
3. 600 кгс;
4. 3000 кгс.

IV. При получении сварочного соединения внахлестку, требующего герметичность, применяют сварку:

1. электрошлаковую;
2. электроконтактную точечную;
3. электроконтактную шовную;
4. электроконтактную стыковую.

V. Стыковой сваркой сопротивлением можно соединять заготовки:

1. из однородных металлов сложной формы сечения;
2. из разнородных металлов сложной формой сечения;
3. из однородных металлов простой формы сечения;
4. из разнородных металлов простой формы сечения.

Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации

*Перечень вопросов для проведения промежуточной аттестации*

**Вопросы к БРК (8 семестр)**

1. Классификация процессов сварки металлов давлением
2. Основные параметры процессов сварки металлов давлением
3. Механизм образования сварного соединения в твердой фазе.
4. Холодная сварка. Сущность способа. Параметры процесса. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
5. Сварка взрывом. Сущность способа. Параметры процесса. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
6. Сварка трением. Сущность способа. Параметры процесса. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
7. Диффузионная сварка. Сущность способа. Параметры режима сварки. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
8. Ультразвуковая сварка. Сущность способа. Параметры процесса. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
9. Сварка токами высокой частоты. Сущность способа. Параметры процесса. Оборудование. Достоинства и недостатки, области рационального применения.
10. Контактная сварка. Определение, классификация, краткая характеристика способов сварки
11. Собственное сопротивление деталей, контактные сопротивления.
12. Общее сопротивление, характер его изменения в течение цикла сварки.
13. Пластическая деформация металла, микропластическая деформация металла. Роль пластической деформации при формировании соединения.
14. Объемная пластическая деформация при точечной сварке. Ее особенности при шовной и рельефной сварке.
15. Тепловое расширение металла при сварке его роль при формировании соединения.
16. Классификация стыковой сварки, краткая характеристика способов сварки, область применения
17. Сущность и области применения шовной сварки. Непрерывная, прерывистая и шаговая сварка. Особенности технологического процесса.
18. Общая схема формирования соединений при точечной сварке. Конструктивные элементы соединения при точечной сварке.
19. Источники тепла при точечной сварке.
20. Температурное и электрическое поле при контактной точечной сварке.
21. Шунтирование тока. Определение сопротивлений и токов шунтирования.
22. Особенности процесса точечной сварки, программирование цикла сварки.
23. Процессы массопереноса в контакте электрод – деталь при точечной сварке.
24. Остаточные напряжения при контактной сварке.
25. Тепловые процессы при стыковой сварке оплавлением.
26. Пластическая деформация при стыковой сварке.
27. Параметры режима при стыковой сварке. Выбор режима сварки
28. Тепловые процессы при стыковой сварке сопротивлением

29. Источники тепла при стыковой сварке.
30. Воздействие термдеформационных процессов на свойства металла зоны сварки.
31. Расчет сварочного тока, теория теплового подобия. Приближенный расчет параметров режима.
32. Поверхностные пленки, их удаление в процессе формирования сварочной точки.
33. Свойства свариваемых металлов их влияние на выбор режима сварки.
34. Операции контактной сварки. Основные составляющие операции технологического процесса.
35. Подготовка поверхности деталей.
36. Общая схема образования соединений при стыковой сварке.
37. Удаление поверхностных пленок в процессе стыковой сварки.
38. Основные дефекты, при контактной сварке их природа.
39. Меры предупреждения дефектов контактной сварки.
40. Классификация машин контактной сварки.
41. Конструктивные элементы машин.
42. Аппаратура управления оборудованием контактной сварки.
43. Контактторы. Блоки управления контактором.
44. Устройства управления циклом сварки.
45. Основные направления повышения производительности процессов при контактной сварке.
46. Средства механизации и автоматизации вспомогательных операций
47. Специальные приспособления, машины-автоматы, робототехнические комплексы, механизированные и автоматические линии
48. Аттестация машин и их наладка
49. Техника безопасности
50. Организация рабочего места сварщика