Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Машиностроение»

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор
_____ / А.А. Кирсанкин/
«_____»_____ 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
# **Технология сварки современных конструкционных материалов**

Образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

**15.04.01 «Машиностроение»**

Направленность:
**«Технология, оборудование и компьютерный инжиниринг автоматизированного машиностроения»**

Форма обучения: заочная

Курган 2026

Рабочая программа дисциплины «**Технология сварки современных конструкционных материалов»** составлена в соответствии с учебными планами по программе магистратуры «**Машиностроение» (Технология, оборудование и компьютерный инжиниринг автоматизированного машиностроения)**, утвержденными:

– для заочной формы обучения «*26*» *июня* 2026 года;

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании кафедры «Машиностроение» «*10* » *сентября* 2026 года, протокол № 1.

Рабочую программу составила:
доцент, канд. техн. наук О.Г.Вершинина

Согласовано:

Руководитель программы
магистратуры, профессор
доктор техн. наук В.И. Курдюков

Зав. кафедрой
«Машиностроение» О.Г. Вершинина

Специалист по учебно-методической работе
учебно-методического отдела Г.В. Казанкова

Начальник управления
образовательной деятельности И.В. Григоренко

## 1. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Всего: 8 зачетных единицы трудоемкости (288 академических часа)

**Заочная форма**

| Вид учебной работы | На всю дисциплину | Семестр | |
|---|---|---|---|
| | | 3 | 4 |
| **Аудиторные занятия (контактная работа с преподавателем), всего часов в том числе:** | **4** | **4** | **-** |
| Лекции | 4 | 4 | - |
| Практические занятия | - | - | - |
| **Самостоятельная работа, всего часов в том числе:** | **284** | **140** | **144** |
| Другие виды самостоятельной работы (самостоятельное изучение тем (разделов) дисциплины) | 239 | 113 | 126 |
| Подготовка к экзамену | 27 | 27 | - |
| Подготовка к зачету | 18 | - | 18 |
| **Вид промежуточной аттестации** | **экзамен, зачет** | **экзамен** | **зачет** |
| **Общая трудоемкость дисциплины и трудоемкость по семестрам, часов** | **288** | **144** | **144** |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Технология сварки современных конструкционных материалов» относится к дисциплине части формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору Блока 1 (Б1.В.ДВ.02.02).

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении дисциплины необходимы для освоения последующих дисциплин:

- Научно-исследовательская работа;
- Технологическая (проектно-технологическая) практика;
- Выпускная квалификационная работа.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Целью дисциплины является формирование системных знаний, направленных на получение сварных соединений конструкций из современных материалов с заданными эксплуатационными

характеристиками и применением наиболее эффективных способов сварки плавлением.

Задачами изучения дисциплины являются: понимание физической сущности и особенностей реализации методов сварки плавлением; определение технологических параметров сварочного процесса; изучение свариваемости основных групп конструкционных материалов; обоснованный подход к выбору наиболее рационального вида, метода и способа сварки, сварочных материалов и их расхода.

Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины:
Способен разрабатывать прогрессивные технологические процессы изготовления деталей в машиностроении, применяя средства автоматизации проектирования (ПКД-2).

Индикаторы и дескрипторы части соответствующей компетенции, формируемой в процессе изучения дисциплины «Технология сварки современных конструкционных материалов», оцениваются при помощи оценочных средств.

Планируемые результаты обучения по дисциплине «Технология сварки современных конструкционных материалов», индикаторы достижения компетенций ПДК-2, перечень оценочных средств:

| № п/п | Код индикатора достижения компетенции | Наименование индикатора достижения компетенции | Код планируемого результата обучения | Планируемые результаты обучения | Наименование оценочных средств |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | ИД-1$_{ПДК-2}$ | Знать: сущность и технологические основы различных видов, методов и способов сварки плавлением; технологические особенности сварки конструкционных материалов различных групп; влияние технологических параметров процесса на геометрию и свойства сварных соединений | З (ИД-1 $_{ПДК-2}$) | Знает: сущность и технологические основы различных видов, методов и способов сварки плавлением; технологические особенности сварки конструкционных материалов различных групп; влияние технологических параметров процесса на геометрию и свойства сварных соединений | Вопросы теста Вопросы для сдачи экзамена |
| 2. | ИД-2 $_{ПДК-2}$ | Уметь: проводить анализ и разработку основ технологии сварки плавлением; выбирать наиболее эффективный способ сварки исходя из характеристики свариваемости основного материала изделия и эксплуатационных требований к | У (ИД-2 $_{ПДК-2}$) | Умеет: проводить анализ и разработку основ технологии сварки плавлением; выбирать наиболее эффективный способ сварки исходя из характеристики свариваемости основного материала изделия и эксплуатационных требований к соединению | Вопросы теста Вопросы для сдачи экзамена |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | соединению | | | |
| 3. | ИД-З $_{ПДК-2}$ | Владеть: методами расчета и экспериментального определения технологических параметров режима сварки плавлением | В (ИД-З $_{ПДК-2}$) | Владеет: методами расчета и экспериментального определения технологических параметров режима сварки плавлением | Вопросы теста<br>Вопросы для сдачи экзамена |

# 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

## 4.1. Учебно-тематический план

**Заочная форма**

| Номер раздела, темы | Наименование раздела, темы | Количество часов контактной работы с преподавателем | |
|---|---|---|---|
| | | Лекции | Практические занятия |
| 1 | Технологические основы дуговых способов сварки. | 1 | - |
| 2 | Технологические основы специальных способов сварки плавлением (электронно-лучевой, лазерной, плазменной) и термической резки. | 1 | - |
| 3 | Технология сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. | 1 | - |
| 4 | Технология сварки средне- и высоколегированных сталей специального назначения. | 0,5 | - |
| 5 | Технология сварки цветных металлов и сплавов. | 0,5 | - |
| | | 4 | - |

## 4.2. Содержание лекционных занятий

***Тема 1. Технологические основы дуговых способов сварки.***

Виды сварочной дуги. Механизм переноса электродного металла через дуговой промежуток. Методы выбора и расчета основных параметров режима сварки плавлением. Определяющих геометрическую форму сварных швов. Способы повышения производительности сварки. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом. Сварка плавящимся электродом в среде активных, инертных газов и их смесях.

***Тема 2.Технологические основы специальных способов сварки плавлением (электронно-лучевой, лазерной, плазменной) и термической резки.***

Энергия электронов. Сущность процесса сварки электронным лучом в вакууме. Получение свободных электронов, их ускорение и фокусировка в магнитном поле. Область применения ЭЛС. Типы квантовых генераторов. Фокусировка светового луча, регулирование амплитуды и длительность импульса. Технологические особенности и возможности плазменной дуги. Сварка микроплазменной дугой, преимущества. Газокислородная, воздушно-

дуговая, воздушно-плазменная резка металлов и сплавов.

***Тема 3. Технология сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей.***

Характеристика низкоуглеродистых сталей, применяемых для изготовления сварных конструкций. Ручная дуговая сварка низкоуглеродистых сталей. Выбор типов и марок электродов. Характеристика конструкционных низколегированных сталей. Общие особенности сварки. Сварка низколегированных сталей вручную покрытыми электродами, под флюсом, в защитных газах, ЭШС.

***Тема 4. Технология сварки средне- и высоколегированных сталей специального назначения.***

Технология сварки высокопрочных, коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сталей, различными методами и видами сварки. Технология сварки наиболее широко применяемых сталей различных типов: хромистых, хромоникелевых аустенитных, аустенитно-мартенситных и аустенитно-ферритных сталей.

***Тема 5. Технология сварки цветных металлов и сплавов.***

Общая характеристика алюминия и его сплавов, области применения. Особенности сварки алюминия и его сплавов покрытыми электродами, в инертных газах неплавящимся и плавящимся электродами, по слою флюса. Особенности сварки магниевых сплавов. Общие особенности сварки меди и ее сплавов. Технология дуговой сварки меди и ее сплавов угольными электродами, под флюсом, в среде защитных газов.

## 5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При прослушивании лекций рекомендуется в конспекте отмечать все важные моменты, на которых заостряет внимание преподаватель.

Преподавателем запланировано использование при чтении лекций технологии учебной дискуссии. Поэтому рекомендуется фиксировать для себя интересные моменты с целью их активного обсуждения на дискуссии в конце лекции.

Рекомендуется прорабатывать материал дисциплины при самостоятельной работе, участвовать во всех формах обсуждения и взаимодействия на лекциях в целях лучшего освоения материала и получения высокой оценки по результатам освоения дисциплины.

Выполнение самостоятельной работы подразумевает самостоятельное изучение разделов дисциплины; подготовку к экзамену и зачету.

Рекомендуемая трудоемкость самостоятельной работы представлена в таблице:

**Рекомендуемый режим самостоятельной работы:**

**Заочная форма**

| Наименование вида самостоятельной работы | Рекомендуемая трудоемкость, акад. час. | Рекомендуемая трудоемкость, акад. час. |
|---|---|---|
| | 3 | 4 |
| **Самостоятельное изучение тем дисциплины:** | 113 | 126 |
| Технологические основы дуговых способов сварки. | 40 | 16 |
| Технологические основы специальных способов сварки плавлением (электронно-лучевой, лазерной, плазменной) и термической резки. | 40 | 30 |
| Технология сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. | 10 | 30 |
| Технология сварки средне- и высоколегированных сталей специального назначения. | 10 | 20 |
| Технология сварки цветных металлов и сплавов. | 13 | 30 |
| Подготовка к экзамену | **27** | |
| Подготовка к зачету | | **18** |
| **Всего:** | **140** | **144** |

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ К АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

### 6.1. Перечень оценочных средств

1. Банк тестовых заданий к экзамену, зачету.

### 6.2. Процедура оценивания результатов освоения дисциплины

Экзамен проводится в устной форме, время на подготовку 1 час, обучающийся должен ответить на 2 вопроса.

Зачет проводится в письменной форме по билетам, составленным в соответствии с рабочей программой. Билет предполагает собой теоретическую часть, состоящую из 3-х разноплановых вопросов.

Результаты экзамена и зачета заносятся преподавателем в

экзаменационную ведомость, которая сдается в организационный отдел института в день экзамена и зачета, а также выставляются в зачетную книжку обучающегося.

Балльная оценка ответа обучающегося на экзамене

| Полнота ответа на вопросы билета | Оценка |
|---|---|
| Получены полные ответы на вопросы билета | Отлично |
| Получены достаточно полные ответы на все вопросы билета | Хорошо |
| Получены неполные ответы на все или часть вопросов билета | Удовлетворительно |
| Получены фрагменты ответов на вопросы билета или вопросы не раскрыты | Не удоволетворительно |

### 6.3 Примеры оценочных средств для экзамена и зачета

***Примерный список вопросов для подготовки к экзамену***

1. Доли участия основного и дополнительного металла в образовании сварного шва, их определение.
2. Количественные характеристики процесса сварки, их взаимосвязь и значение.
3. Защитные газы для сварки.
4. Технологические основы аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.
5. Технологические пробы для определения стойкости сварного шва против горячих трещин.
6. Краткая история развития сварки плавлением. Ведущие ученые в области сварки.
7. Сущность и достоинства дуговой сварки под слоем флюса.
8. Плавленые флюсы.
9. Параметры сварного соединения.
10. Керамические флюсы.
11. Технологические пробы для оценки стойкости сварного соединения против холодных трещин.
12. Технологические характеристики сварочной дуги. Виды сварочной дуги.
13. Косвенные методы оценки свариваемости.
14. Сущность и особенности импульсно-дуговой сварки.
15. Особенности сварки голой, легированной и порошковой проволокой.
16. Методы предотвращения горячих трещин при сварке сталей

аустенитного класса.

17. Роль кремне- марганцевосстановительных процессов в обеспечении эксплуатационных характеристик соединений конструкционных углеродистых сталей.

18. Сварка порошковой проволокой чугуна.

19. Роль регулирования термического цикла сварки.

20. Классификация, особенности сварки среднелегированных сталей основных типов.

21. Сварочные материалы для сварки аустенитных сталей и сплавов.

22. Особенности сварки разнородных сталей разных структурных классов.

23. Алюминиевые сплавы. Анализ свариваемости и технологические особенности сварки.

24. Роль физико-химических и теплофизических свойств меди при дуговых способах сварки.

25. Титан и его сплавы. Условия получения качественного сварного соединения.

26. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом алюминиевых сплавов. Сварочные материалы, режимы.

27. Меры предупреждения склонности к МКК нержавеющих сталей.

28. Причины пористости сварных швов и меры ее предупреждения.

29. Назначение термических операций в зависимости от химического состава сталей.

30. Технология сварки тугоплавких металлов.

***Примерный список вопросов для подготовки к зачету***

1. Понятие плавильного пространства.

2. Требования к электродным покрытиям.

3. Основные разновидности сварки в среде защитных газов.

4. Назначение $Ca_2CO_3$ и $Mg_2CO_3$ в составе электродных покрытий.

5. Аргонодуговая сварка неплавящимся электродом.

6. Виды термической резки.

7. В каких случаях необходима термообработка после сварки низкоуглеродистых сталей?

8. Какие технологические показатели необходимо определить при разработке технологического процесса сварки конструкции?

9. Принципы выбора рода тока и полярности при сварке алюминия неплавящимся электродом в среде аргона.

10. Какие виды и способы сварки плавлением могут быть использованы для сварки алюминия и его сплавов?

11. Рациональная область применения электроннолучевой сварки.

12. Применение лазерной технологии для сварки и резки металлов.

13. Плазменная сварки и резка.

14. Влияние термоцикла сварки на свойства металла околошовной зоны.

15. Какие основные участки выделяют в зоне термовлияния

конструкционных сталей?

16. Горячая сварка чугуна.

17. Особенности сварки аустенитно-мартенситных сталей.

18. Общая характеристика алюминиевых сплавов с позиций свариваемости.

19. Какие способы сварки применяют для сварки алюминиевых сплавов.

20. Основы технологии сварки двухслойных сталей.

21. Меры борьбы с трещинам при сварке среднеуглеродистых сталей.

22. Причины появления вентильного эффекта при сварке неплавящимся электродом.

23. Основные дефекты при сварке никеля.

24. Основные затруднения сварки алюминия и его сплавов.

25. Виды термической обработки и их назначение при сварке низколегированных сталей.

26. Причины появления трещин при сварке среднеуглеродистых сталей.

27. Сварочные материалы для сварки низкоуглеродистых сталей под флюсом и в среде защитных газов.

28. Виды и назначение термических операций при сварке.

29. Технологические особенности сварки титана.

30. Технологические методы предупреждения горячих и холодных трещин.

### 6.4 Фонд оценочных средств

Полный банк заданий для текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине, показатели, критерии, шкалы оценивания компетенций, методические материалы, определяющие процедуры оценивания образовательных результатов, приведены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

## 7. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА

### *7.1. Основная литература*

1. Бараз, В. Р. Физические основы упрочнения и разрушения материалов : учебное пособие / В. Р. Бараз, М. А. Филиппов. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2017. - 192 с. - ISBN 978-5-7996-1993-0. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1958387.
2. Казаков С.И. Сварка плавлением и термическая резка металлов : учебное пособие : [для студентов вузов по специальности 150202 "Оборудование и технология сварочного производства"] / С.И. Казаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2014. - 364, [1] с.: ил.,

табл. - Библиогр.: с. 315-316. - ISBN 978-5-4217-0276-4.URI: http://hdl.handle.net/123456789/3729- доступ из ЭБС КГУ
3. Кузьмин, М. А. Прочность, жесткость, устойчивость элементов конструкций. Теория и практикум. Расчеты на прочность элементов многослойных композитных конструкций : учебное пособие / М. А. Кузьмин, Д. Л. Лебедев, Б. Г. Попов ; под ред. В. Л. Данилова. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2012. - 343 с. - ISBN 978-5-7038-3570-8. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/1953636

### *7.2. Дополнительная литература*

1. Казаков С.И. Проектирование сварных металлических пролетных строений железнодорожных мостов с решетчатыми фермами : учебное пособие / С.И. Казаков, Ю.А. Денисов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2017. - 211, [1] с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 210-211. - ISBN 978-5-4217-0421-8.URI: http://hdl.handle.net/123456789/4678- доступ из ЭБС КГУ.
2. Казаков, С.И. Информационно-компьютерные технологии в сварочном производстве : учебное пособие : [для студентов вузов, обучающихся по специальности 150202 "Оборудование и технология сварочного производства"] / С.И. Казаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Курган: Издательство Курганского государственного университета, 2013. - 113, [1] с.: ил., табл. - Библиогр.: с. 112-113. - ISBN 978-5-4217-0209- [Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://hdl.handle.net/123456789/3803 - доступ из ЭБС КГУ.
2. Казаков, С.И. Проектирование сварных конструкций : учебное пособие / С.И. Казаков ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Курганский государственный университет. - Курган : Издательство Курганского государственного университета, 2012. - 174, [1] с.: рис., табл. - ISBN 978-5-4217-0172-9. -[Электронный ресурс]/ Режим доступа: http://hdl.handle.net/123456789/4657- доступ из ЭБС КГУ.

## 8. РЕСУРСЫ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

| № | Интернет-ресурс | Краткое описание |
|---|---|---|
| 1 | h://websvarka.ru | Сварка и все о ее технологии, схемах, типах и сварочном оборудовании. |
| 2 | http://window.edu.ru/resource/797/77798 | Введение в основы сварки. |
| 3 | http://window.edu.ru | Единое окно образовательных ресурсов. |

## 9. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. ЭБС «Лань»
2. ЭБС «Консультант студента»
3. ЭБС «Znanium.com»
4. «Гарант» -справочно-правовая система»
5. Никитин В. М., Казаков С. И. Информационно-поисковая система «НиКа». Регистрационный номер 50200100433. Государственный координационный центр информационных технологий Министерства образования РФ, 2001.
6. Казаков С. И. Энциклопедия сталей и сплавов. Номер гос. регистрации 50200700992. Свидетельство отраслевой регистрации разработки № 8284. Государственный координационный центр информационных технологий Министерства образования и науки РФ, 2007.

## 11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение по реализации дисциплины осуществляется в соответствии с требований ФГОС ВО по данной образовательной программе

## 12 ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИСТАНЦИОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

При использовании электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (далее ЭО и ДОТ) занятия полностью или частично проводятся в режиме онлайн. Объем дисциплины и распределение нагрузки по видам работ соответствует п. 4.1. Решение кафедры об используемых технологиях и системе оценивания достижений обучающихся принимается с учетом мнения ведущего преподавателя и доводится до сведения обучающихся.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Аннотация к рабочей программе дисциплины
**«Технология сварки современных конструкционных материалов»**
образовательной программы высшего образования –
программы магистратуры

**15.04.01 «Машиностроение»**

Направленность:
**«Технология, оборудование и компьютерный инжиниринг автоматизированного машиностроения»**

Форма обучения: заочная

Трудоемкость дисциплины: 8 ЗЕ (288 академических часа)
Заочная форма
Семестр: 3,4
Форма промежуточной аттестации:
Экзамен, зачет

Содержание дисциплины

Классификация видов сварки плавлением по источнику нагрева, способов по характеру защиты сварочной ванны, методу по уровню механизации. Формирование шва и образование сварного соединения. Методы выбора и расчета параметров режима. Сущность и техника ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Технологические основы сварки под флюсом. Особенности сварки в защитных газах плавящимся и неплавящимся электродом. Электрошлаковая сварка, области применения. Виды термической резки металлов, их сущность. Характеристика и технология сварки углеродистых, низколегированных конструкционных, среднелегированных, высокопрочных, коррозионностойких, жаростойких, жаропрочных сталей различными способами и методами сварки. Особенности технологии сварки легких металлов и сплавов, меди и ее сплавов, тугоплавких металлов.