

Минобрнауки России

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Кафедра летательных аппаратов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

### ДИСЦИПЛИНЫ

«Б1.Д.В.12 Технология сборочно-сварочных работ»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

(код и наименование направления подготовки)

Ракетостроение

(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

Очная

Год набора 2024

2137542

Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.В.12 Технология сборочно-сварочных работ» рассмотрена и утверждена на заседании кафедры

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

протокол № 7 от " 02 " февраля 2024г.

Заведующий кафедрой

Кафедра летательных аппаратов

наименование кафедры

подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Исполнители:

доцент каф. ЛА

должность

подпись

А.Г. Магдин

расшифровка подписи

должность

подпись

расшифровка подписи

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методической комиссии по направлению подготовки

24.03.01 Ракетные комплексы и космонавтика

код наименование

личная подпись

А.Д. Припадчев

расшифровка подписи

Заведующий отделом формирования фонда и научной обработки документов

личная подпись

Н.Н. Бигалиева

расшифровка подписи

Уполномоченный по качеству от АКИ

личная подпись

А.М. Черноусова

расшифровка подписи

№ регистрации \_\_\_\_\_

© Магдин А.Г., 2024  
© ОГУ, 2024

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины: формирование комплекса знаний:

- о теоретических и физических основах технологических процессов сварки и пайки металлов,
- о способах сварки и пайки, применяемых в производстве летательных аппаратов,
- о принципах построения технологических процессов сборки-сварки изделий,
- об используемом технологическом оборудовании для сварки,
- о конструкции сборочно-сварочной технологической оснастки и методах ее проектирования.

### Задачи:

- получение знаний о влиянии технологических параметров сварки плавлением и давлением на производительность процесса и качество сварного соединения и шва;
- систематизация знаний о современных направлениях развития технологических процессов сварки и пайки металлов, совершенствования конструкций сварочного оборудования, применения прогрессивных методов сварки;
- приобретение практических навыков выбора способов сварки и разработки технологических процессов сварки типовых узлов и деталей летательных аппаратов с использованием рекомендаций и информации из справочной и нормативно-технической литературы;
- приобретение навыков проектирования сборочно-сварочных приспособлений, применяемых в производстве типовых агрегатов летательных аппаратов и выбора сварочного оборудования и унифицированных средств механизации и автоматизации;
- приобретение знаний о методах контроля качества сварных соединений и швов, о характеристиках свариваемости металлов и сплавов, об основных направлениях обеспечения качества сварных изделий.

## 2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам (модулям) вариативной части блока Д «Дисциплины (модули)»

Пререквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.7 Технология ракетостроения, Б1.Д.В.14 Технология обработки резанием в производстве летательных аппаратов*

Постреквизиты дисциплины: *Б1.Д.В.16 Системы автоматизированного проектирования технологических процессов*

## 3 Требования к результатам обучения по дисциплине

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих результатов обучения

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                    | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК*-6 Способен обеспечивать функционирование сборочного производства в соответствии с действующей конструкторской технологической и нормативной документацией | ПК*-6-В-1 Знать: - последовательность и содержание основных операций сборки и испытаний агрегатов и систем<br>ПК*-6-В-2 Уметь: - применять средства автоматизированного проектирования для разработки технологических процессов сборки и испытаний агрегатов и систем<br>ПК*-6-В-3 Владеть: - практическим опытом внедрения в производство прогрессивных технологических процессов сборки и испытания агрегатов и изделий РКТ | <b>Знать:</b><br>- основы дифференциального и интегрального исчисления и использование их при обосновании физических законов;<br>- теоретические и физические основы технологических процессов сварки и пайки металлов,<br><b>Уметь:</b><br>- самостоятельно проводить экспериментальные исследования, обращаться с оборудованием и приборами;<br>- проводить математическую обработку и оформление результатов физического эксперимента.<br><b>Владеть:</b><br>- практическими знаниями об основных физических процессах, лежащие в основе физических методов исследования в химии и материаловедении;<br>- принципами постановки физического эксперимента. |
| ПК*-7 Способен вести технологический контроль и согласования технологических процессов сборки и испытания новых типов изделия                                 | ПК*-7-В-1 Знать: - последовательность и согласования технологических процессов и испытания новых типов изделия РКТ<br>ПК*-7-В-2 Уметь: - разрабатывать и оформлять технологическую и распорядительную документацию организации по производству РКТ                                                                                                                                                                            | <b>Знать:</b><br>- конструкцию систем, механизмов и агрегатов, входящих в изделия ракетно-космической техники;<br>- методы определения физико-механических характеристик конструкционных материалов;<br>- технологические характеристики конструкционных материалов.<br><b>Уметь:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

| Код и наименование формируемых компетенций                                                                                                                                            | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ракетно-космической техники                                                                                                                                                           | ПК*-7-В-3 Владеть: - практическим опытом внедрения новых технологических процессов, оформление заявок на приобретения оборудования, разработку и оформление технологической и распорядительной документации                                                                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технологические процессы термической обработки деталей, изготовленных из металлических сплавов методами сварки и пайки;</li> <li>- применять рекомендуемые справочные материалы и ограничительные сортаменты по конструкционным материалам, стандартизованным изделиям, смазкам, топливам, рабочим жидкостям.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами проведения механических испытаний и анализа качества сварных конструкций;</li> <li>- навыками выбора материалов для деталей летательных аппаратов по критериям технологичности, прочности, долговечности, износостойкости;</li> <li>- методами входного контроля материалов, полуфабрикатов и заготовок деталей для изготовления сварных узлов и агрегатов.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          |
| ПК*-10 Способен подготавливать предложения и проводить работу по освоению и внедрению технологических процессов, новых материалов и программных продуктов технологического назначения | <p>ПК*-10-В-1 Знать организацию обеспечения по освоению и внедрению технологических процессов и с учетом новых материалов и программных продуктов</p> <p>ПК*-10-В-2 Уметь разрабатывать технические задания на проектирование и изготовление нестандартного оборудования и технологической оснастки</p> <p>ПК*-10-В-3 Владеть навыками обеспечения производственного контроля технологических процессов и готовой продукции</p> | <p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы технологии производства изделий ракетно-космической техники и их частей;</li> <li>- устройство, конструкцию и принцип работы технологического оборудования, применяемого при сварке изделий в производстве ракетно-космической техники.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать технологические процессы производства изделий ракетной техники с применением соединения деталей сваркой и пайкой;</li> <li>- выбирать и конструировать сборочно-сварочную технологическую оснастку.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками выбора и проектирования заготовок и составления технических заданий на разработку технологии производства изделий ракетной техники, на выбор и конструирование сборочно-сварочной технологической оснастки;</li> <li>- навыками выбора сварочного оборудования и унифицированных средств механизации и автоматизации для проектируемых технологических процессов.</li> </ul> |

## 4 Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

| Вид работы                                                                                                                                                                                                                | Трудоемкость, академических часов |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                           | 7 семестр                         | всего        |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>144</b>                        | <b>144</b>   |
| <b>Контактная работа:</b>                                                                                                                                                                                                 | <b>52,25</b>                      | <b>52,25</b> |
| Лекции (Л)                                                                                                                                                                                                                | 18                                | 18           |
| Практические занятия (ПЗ)                                                                                                                                                                                                 | 34                                | 34           |
| Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)                                                                                                                                                                                 | 0,25                              | 0,25         |
| <b>Самостоятельная работа:</b><br>- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий;<br>- подготовка к практическим занятиям;<br>- подготовка к рубежному контролю. | <b>91,75</b>                      | <b>91,75</b> |
| <b>Вид итогового контроля (зачет, экзамен, дифференцированный зачет)</b>                                                                                                                                                  | <b>зачет</b>                      |              |

| № раздела | Наименование разделов                                                         | Количество часов |                   |    |    |                |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------|
|           |                                                                               | всего            | аудиторная работа |    |    | внеауд. работа |
|           |                                                                               |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                |
| 1         | Основные характеристики сварных соединений и технологических процессов сварки | 14               | 2                 |    |    | 12             |
| 2         | Технологические характеристики электродуговой сварки                          | 18               | 2                 | 8  |    | 12             |
| 3         | Конструкция и характеристики источников питания сварочной дуги                | 12               | 2                 |    |    | 10             |
| 4         | Технологические процессы электродуговой и электронно-лучевой сварки           | 20               | 4                 | 8  |    | 12             |
| 5         | Обеспечение качества сварных соединений                                       | 20               | 2                 | 8  |    | 12             |
| 6         | Способы и технологические процессы сварки давлением                           | 16               | 2                 |    |    | 14             |
| 7         | Проектирование сборочно-сварочной технологической оснастки.                   | 22               | 2                 | 10 |    | 10             |
| 8         | Технология пайки                                                              | 22               | 2                 |    |    | 10             |
|           | Итого:                                                                        | 144              | 18                | 34 |    | 110            |
|           | Всего:                                                                        | 144              | 18                | 34 |    | 92             |

## 4.2 Содержание разделов дисциплины

### Раздел 1 Основные характеристики сварных соединений и технологических процессов сварки

Применение сварочных технологий в производстве летательных аппаратов. Характеристика сварных соединений в сравнении с другими видами соединений деталей машин и аппаратов. Свариваемость металлов и сплавов. Классификация процессов сварки.

Сварка плавлением. Физические процессы при сварке плавлением. Виды и характеристики источников тепла. Строение и структура сварного шва и зоны термического влияния при сварке плавлением. Конструктивно-технологические характеристики сварных швов и сварных соединений. Условные обозначения сварных швов в конструкторской документации. Расчет прочности сварных швов.

### Раздел 2 Технологические характеристики электродуговой сварки

Электродуговая сварка. Строение сварочной дуги прямого действия. Вольтамперная характеристика, эффективная тепловая мощность и погонная энергия процесса дуговой сварки. Производительность электродуговой сварки, коэффициенты расплавления и наплавки. Причины потерь металла при электродуговой сварке.

### Раздел 3 Конструкция и характеристики источников питания сварочной дуги

Источники питания сварочной дуги, требования к ним. Условия устойчивости горения электрической дуги. Виды внешних вольтамперных характеристик источников питания. Конструкция и характеристики сварочных аппаратов переменного тока, сварочных выпрямителей, сварочных преобразователей. Особенности включения многопостовых источников сварочного тока.

### Раздел 4 Технологические процессы электродуговой и электронно-лучевой сварки

Ручная дуговая сварка плавящимся электродом. Расчет режима сварки. Характеристики и маркировка электродов.

Автоматическая электродуговая сварка, методы регулирования длины дуги. Автоматическая сварка под флюсом, применяемые материалы, оборудование, технология, область применения.

Электродуговая сварка в защитном газе. Газы, применяемые для защиты сварочной ванны, характеристики, особенности использования. Технология и область применения аргонодуговой сварки неплавящимся и плавящимся электродом. Технология и применение сварки в углекислом газе.

Электронно-лучевая сварка. Конструкция установок для электронно-лучевой сварки. Технологические режимы и область применения электронно-лучевой сварки.

### Раздел 5 Обеспечение качества сварных соединений

Напряженно-деформированное состояние сварного соединения. Сварочные деформации и напряжения, причины появления, влияние на точность формы и размеров сварных изделий. Технологические мероприятия по уменьшению сварочных деформаций.

Наружные и внутренние дефекты сварных швов, причины появления и методы устранения. Контроль качества сварных соединений. Этапы и способы контроля сварных швов. Ультразвуковой и радиационный методы контроля.

### Раздел 6 Способы и технологические процессы сварки давлением

Сварка металлов давлением. Условия образования сварного соединения при совместной пластической деформации поверхностей деталей.

Технология электрической контактной сварки.

Контактная точечная, рельефная и шовная сварка. Строение сварной точки. Технологические параметры и циклы электрической контактной сварки.

Стыковая электрическая сварка сопротивлением и оплавлением, технология, режимы и применяемое оборудование. Применение стыковой сварки в производстве летательных аппаратов.

Технология сварки взрывом, область применения, режимы сварки, характеристики применяемых материалов.

Магнитно-импульсная сварка, технологическое оборудование, режимы, область применения.

Холодная сварка металлов и сплавов при больших пластических деформациях, режимы точечной и шовной холодной сварки. Сварка встык, сварка сдвигом.

Сварка трением, технология, режимы сварки, применяемое оборудование, область применения.

Ультразвуковая сварка, технология, режимы, область применения.

Диффузионная сварка металлов. Технология диффузионной сварки, применяемое оборудование, режимы, область применения.

## **Раздел 7 Проектирование сборочно-сварочной технологической оснастки**

Виды и конструкции технологической оснастки для манипулирования изделием при сварке. Расчет приводов сварочных манипуляторов, вращателей и кантователей.

Элементы сборочно-сварочных приспособлений для ориентации и фиксации свариваемых деталей. Клиновые и винтовые силовые механизмы сборочно-сварочных приспособлений, конструкции и расчет.

Эксцентриковые и пружинные силовые механизмы сборочно-сварочных приспособлений, конструкции и расчет.

Пневматические и гидравлические приводы прижимов сборочно-сварочной оснастки

Магнитные приспособления, применяемые для сборки деталей при сварке.

Стягивающие и распорные устройства сборочно-сварочной оснастки и их применение.

## **Раздел 8 Технология пайки**

Условия образования паяного соединения. Классификация методов и способов пайки. Материалы, применяемые при пайке. Область применения пайки в производстве летательных аппаратов.

### **4.3 Практические занятия (семинары)**

| № занятия | № раздела | Тема                                                                                                                                  | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| 1         | 2         | Расчет режимов ручной дуговой сварки и автоматической сварки в защитном газе                                                          | 8            |
| 2         | 4         | Разработка технологического процесса сварки с использованием системы автоматизированного проектирования                               | 8            |
| 3         | 5         | Выбор сварочного оборудования, технологической оснастки и средств механизации и автоматизации для выполнения сборочно-сварочных работ | 8            |
| 4         | 7         | Проектирование конструкций сборочно-сварочных приспособлений для изготовления типовых деталей и агрегатов ракетно-космической техники | 10           |
|           |           | Итого:                                                                                                                                | 34           |

## **5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **5.1 Основная литература**

1. Кузнецов, В. Г. Новые конструкционные материалы: учебное пособие: [16+] / В. Г. Кузнецов, Г. А. Аминова; Казанский национальный исследовательский технологический институт. – Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2020. – 472 с.: ил., табл., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=683788> – ISBN 978-5-7882-2812-9. – Текст: электронный.

2. Материаловедение и металловедение сварки: учебник / В. Н. Гадалов, В. Р. Петренко, С. В. Сафонов [и др.]. – Москва; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. – 308 с.: ил., табл., схем., граф. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618018> – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-9729-0625-3. – Текст: электронный.

### **5.2 Дополнительная литература**

1. Черепяхин, А. А. Технология конструкционных материалов: обработка резанием [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. А. Черепяхин, А. А. Кузнецов. – М. : Академия, 2008. – 288 с. : ил. – (Высшее профессиональное образование). – Прил.: с. 265-282. – Библиогр.: с. 283. – ISBN 978-5-7695-4256-5.

2. Колесов, С. Н. Материаловедение и технология конструкционных материалов [Текст] : учебник для электротехн. и электромех. вузов / С. Н. Колесов, И. С. Колесов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высш. шк., 2007. - 535 с. : ил. - Библиогр.: с. 525-526. - ISBN 978-5-06-005817-8.

### **5.3 Периодические издания**

1. Металловедение и термическая обработка металлов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.
2. Вестник машиностроения : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016 - N 1-12, 2017 - N 1-12, 2018 - N 1-12.
3. Заводская лаборатория. Диагностика материалов : журнал. - М. : Агентство "Роспечать", 2016.

### **5.4 Интернет-ресурсы**

1. <http://websvarka.ru> – сайт, содержащий информацию о современных методах сварки, родственных технологических методах, их возможностях в современном производстве, строительстве и машиностроении.
2. <http://www.gost-svarka.ru/> - сборник стандартов, регламентирующих вопросы, связанные с технологией сварки металлов.

### **5.5 Программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Операционная система РЕД ОС.
2. Пакет офисных приложений LibreOffice.
3. Программная система для организации видео-конференц-связи MTS Link.
4. Яндекс.Браузер - браузер, созданный компанией «Яндекс» на основе движка (бесплатная версия) Режим доступа: <https://browser.yandex.ru>.
5. Программное средство для выполнения математических и технических расчетов MathCAD 14.0.
6. Система автоматизированного проектирования КОМПАС-3D V14 (Проектирование и конструирование в машиностроении).
7. Средства для защиты от вредоносных программ и применения политик IT-безопасности Kaspersky Endpoint Security.
8. <http://edu.garant.ru/garant/study/> - Интернет-версия ГАРАНТ-Образование, Система ГАРАНТ для студентов, аспирантов и преподавателей
9. КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: электронное периодическое издание справочная правовая система. / Разработчик ЗАО «Консультант Плюс», [1992–2023]. – Режим доступа к системе в сети ОГУ для установки системы: <\\filesver1!CONSULT\cons.exe>

## **6 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, курсового проектирования, для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащены комплектами ученической мебели, техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся оснащено комплектами ученической мебели, компьютерной техникой, подключенной к сети "Интернет", и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ОГУ – компьютерный класс.