

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



«Утверждаю»  
Проректор по НИД

В.Ф. Фефелов

2020 год

ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ  
по специальной дисциплине

на обучение по программам  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре


Направление: 15.06.01 – «Машиностроение»

Наименование направленности: «Сварка, родственные процессы и технологии»

Программа вступительных испытаний разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 15.05.01 «Проектирование технологических машин и комплексов» (уровень специалиста) и по направлению подготовки 15.04.01 «Машиностроение» (уровень магистра).


Программу составил:

к.т.н., доцент секции «Оборудование  
и технология сварочного производства»  
каф. «Машиностроение и материаловедение»  
Филиппов Ю.О.

  
\_\_\_\_\_ подпись      расшифровка подписи  
« 3 »      09      2020 г.


Программа обсуждена и одобрена на заседании  
каф. «Машиностроение и материаловедение»  
Протокол № 1 от «08»      09      2020 г.

Зав. каф. «Машиностроение и материаловедение»  
д.т.н., профессор Еремин Е.Н.


  
\_\_\_\_\_ подпись      расшифровка подписи  
«08»      09      2020 г.

Согласовано:

Руководитель направления  
15.06.01 «Машиностроение»  
Зав. каф. «Машиноведение»  
д.т.н., профессор Балакин П.Д.

  
\_\_\_\_\_ подпись      расшифровка подписи  
« 9 »      09      2020 г.

Руководитель направленности «Сварка,  
родственные процессы и технологии»  
Зав. каф. «Машиностроение и материаловедение»  
д.т.н., профессор Еремин Е.Н.

  
\_\_\_\_\_ подпись      расшифровка подписи  
«10»      09      2020 г.

## **Направленность программы:**

### **«Сварка, родственные процессы и технологии»**

#### *1. Теоретические основы сварки*

Природа образования соединений при сварке. Сущность процессов сварки. Классификация процессов сварки. Классы, виды и способы сварки. Источники энергии, используемые для получения сварного соединения;

Строение, виды и области применения электрической сварочной дуги. Магнитные свойства дуги, магнитное дутье. Газовые потоки в дуге. Особенности дуги переменного тока. Перенос металла в дуге, основные виды и характер переноса.

Основные процессы в столбе дуги. Напряженность поля, плотность тока и концентрации мощности в столбе.

Газовое пламя. Строение и характеристика ацетилено-кислородного пламени, проходящие в нем физические и химические процессы. Нормальное, окислительное и науглероживающее пламя. Мощность газового пламени.

Основные теплофизические величины и понятия температура, температурное поле, теплосодержание, теплоемкость, теплопроводность.

Нагрев и плавление металла при дуговой сварке. Термический цикл сварки, основные параметры цикла. Эффективная погонная энергия процесса сварки, начальная температура свариваемого металла; их влияние на параметры термического цикла сварки.

Сварочная ванна, ее образование при дуговой сварке. Расчетное определение геометрических параметров и продолжительности существования ванны. Особенности структуры зоны термического влияния в сварных соединениях.

Легирование металла, назначение и сущность. Рафинирование металла, назначение и сущность. Способы удаления из сварочной ванны серы и фосфора.

Поры в сварных швах. Твердые включения в сварных швах: шлаковые, оксидные, металлические. Горячие трещины при сварке. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию горячих трещин. Способы предотвращения горячих трещин. Природа холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию горячих трещин.

Возникновение напряжений и деформаций при сварке, классификация. Способы уменьшения сварочных напряжений и деформаций.

Современное понятие свариваемости металлов. Факторы, влияющие на свариваемость.

## *2. Технологические процессы сварки, пайки, наплавки и резки*

Классификация процессов сварки плавлением. Виды и способы сварки плавлением, используемые в промышленности и строительстве.

Защитные газы. Сварочная проволока и прутки. Покрытые металлические электроды для ручной дуговой сварки и наплавки. Сварочные флюсы. Порошковые проволоки и ленты для механизированной сварки и наплавки. Неплавящиеся электроды. Горючие газы для газопламенной обработки металлов. Припой и флюсы для пайки.

Основные требования, предъявляемые к источникам питания сварочной дуги. Источники питания дуги переменным током. Источники питания дуги постоянным током. Сварочные преобразователи и агрегаты. Инверторные источники питания сварочной дуги. Вспомогательные устройства источников питания: стабилизаторы горения дуги, ограничители напряжения холостого хода. Специализированные установки для сварки переменным и/или постоянным током, общая характеристика и назначение.

Сварные и паяные соединения, определение. Типы соединений, характеристика. Классификация швов. Конструктивные элементы сварных и паяных швов.

Технология сварки покрытыми электродами. Сварочные посты. Механизированная дуговая сварка в углекислом газе и его смесях. Ручная аргонодуговая.

Автоматическая сварка под флюсом. Механизированная сварка порошковой проволокой. Электрошлаковая сварка. Газовая сварка. Флюсы. Назначение, требование к флюсам. Виды флюсов и их классификация.

Параметры режима дуговой сварки и их влияние на форму ванны и размеры шва.

Технология сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей. Технология сварки среднеуглеродистых конструкционных сталей. Технология сварки чугуна. Технология сварки высоколегированных сталей. Технология сварки разнородных сталей. Технология сварки алюминия и его сплавов. Технология сварки меди и ее сплавов. Технология сварки никеля и его сплавов. Технология сварки магния и его сплавов. Технология сварки титана и его сплавов.

Классификация технологических процессов нанесения защитных покрытий. Наплавка поверхностных слоев с особыми свойствами. Наплавочные материалы. Основные положения техники и технологии наплавки. Формирование свойств наплавленного металла, метод его легирования. Основные процессы напыления. Физические особенности дуговой металлизации и плазменного напыления.

Способы пайки, применяемые в промышленности. Основные положения технологического процесса пайки металлов и неметаллических материалов. Природа образования соединений при пайке. Типы паяных соединений. Расчёт прочности паяных соединений. Технология пайки различных металлов и сплавов.

Методы контроля паяных соединений. Дефекты сварных и паяных соединений. Классификация дефектов. Причины образования наиболее распространенных дефектов. Способы исправления недопустимых дефектов.

Классификация процессов сварки давлением. Технология точечной, рельефной и шовной контактной сварки. Оборудование для контактной сварки;

Специальные методы сварки. Диффузионная сварка. Холодная сварка металлов. Сварка трением. Электроннолучевая сварка. Лазерная сварка. Ультразвуковая сварка. Сварка взрывом. Электрошлаковая сварка. Электрошлаковый нагрев. Энергетические процессы в шлаковой и металлической ваннах. Условия устойчивости электрошлакового процесса, физико-химические процессы при электрошлаковой сварке.

Общие сведения о термической резке. Кислородная резка. Кислородно-флюсовая резка. Дуговая резка. Плазменная резка. Лазерная резка.

Электроконтактный нагрев и плавление металлов. Физические процессы в сварочных контактах соединяемых заготовок. Выбор режимов и технология сварки конструкционных материалов при точечной и шовной сварке. Технология стыковой сварки. Технология сварки токами высокой частоты.

Технология сварки пластмасс.

### *3. Проектирование сварных конструкций*

Металлы, применяемые для изготовления сварных конструкций, механические свойства. Распространенные марки конструкционных сталей и алюминиевых сплавов.

Поведение металла при статических и динамических нагрузках, в условиях низких и высоких температур. Влияние на поведение металлов концентраторов напряжений. Основные положения механики разрушения, работоспособность и надежность конструкций. Виды разрушений.

Расчет на прочность стыковых и угловых швов стыковых, тавровых и нахлесточных соединений. Расчет и проектирование типовых сварных конструкций; балок, трубопроводов.

Общие принципы проектирования сварных конструкций. Понятие технологичности сварных конструкций.

#### *4. Производство сварных и паяных конструкций*

Принципиальная схема производства сварных конструкций. Заготовительные, сборочные и сборочно-сварочные операции. Состав сварочных установок. Устройство сварочных установок. Применение стандартного и нестандартного сборочного, сборочно-сварочного и сварочного оборудования и приспособлений. Основы проектирования нестандартного механического оборудования и приспособлений.

Особенности и примерная технология изготовления паяных конструкций.

Комплексная механизация и автоматизация заготовительных и сборочно-сварочных работ. Условия применения, оценка уровня механизации и экономической эффективности использования при производстве сварных конструкций автоматических способов сварки. Роботизация дуговой сварки в защитном газе и контактной точечной сварки при изготовлении конструкций. Типы промышленных роботов. Общие характеристики роботов и их основных блоков. Принципы автоматизации контактной сварки. Автоматические системы в электрошлаковой сварке и наплавке.

Размещение сварочного и механического оборудования, расчет требуемого энергоснабжения и вентиляции.

#### *5. Контроль качества сварных соединений*

Классификация методов контроля качества сварки, наплавки и нанесения покрытий.

Методы разрушающего контроля качества металлов, швов, наплавки и покрытий. Механические испытания качества сварки, наплавки и нанесения покрытий.

Методы неразрушающего контроля качества металлов, швов, наплавки и покрытий. Входной (предварительный) контроль. Операционный контроль. Приемочный контроль качества сварных и паяных соединений и наплавленных покрытий. Системы управления качеством в производстве сварных, паяных конструкций и при восстановлении деталей и инструментов. Источники рентгеновского и гамма-излучения, их конструкции, аппаратура и приспособления для управления. Радиографический контроль. Физические основы, классификация ультразвуковых методов контроля. Приборы и оптимальные параметры ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля, методы измерения дефектов. Методы контроля непроницаемости. Принципы, классификация и технология капиллярных методов контроля. Металлография.

## Список литературы

### Основная литература

1. Автоматизация сварочных процессов [Текст] ; учеб, пособие / В. Ф. Мухин, Е. Н. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2011. – 114 с.
2. Еремин, Е.Н. Дуговая сварка магистральных трубопроводов: учеб, пособие /Е. Н. Ерёмин, В. В. Шалай, А. Е. Ерёмин. – М.; Издательский центр «Технология машиностроения», 2009. – 392 с.
3. Источники питания для сварки [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2006. – 294 с.
4. Источники питания и мультисистемы для современных технологических процессов сварки плавящимся электродом: Монография / В.Ф. Мухин, Е.Н. Еремин. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2014. – 94 с.
5. Методы испытания и контроль качества износостойкого наплавленного металла [Текст] : учебное пособие / Г. И. Соколов, И. В. Зорин, С. И. Цурихии. – Волгоград : ВолГТУ, 2010. – 92 с.
6. Модифицирование электрошлакового металла [Текст] : моногр. / Е. И. Еремин. – М. : Технология машиностроения, 2006. – 207 с.
7. Оборудование для дуговой сварки в защитных газах [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин, В. С. Кац. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2003. – 133 с.
8. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением : учебное пособие / Под ред. Г.Г. Чернышова, Д.М. Пашина. – Санкт-Петербург: изд-во «Лань», 2013. – 464 с.
9. Основы расчета сварных конструкций [Текст] / Б. Е. Лопаев, Е. Н. Еремин, А. С. Лосев ; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2014. – 97 с.
10. Основы теории прочности сварных конструкций | Текст] : учебное пособие / Л. А. Копельман. – СПб.: Лань, 2010. – 457 с.
11. Плазменная сварка: учебное пособие / Е.Н. Еремин, Ю.О. Филиппов, В.С. Кац. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2014. – 121 с.
12. Производство сварных конструкций [Текст] : учебное пособие / М. В. Шахматов, Д. М. Шахматов. – Челябинск: ЦПС «Сварка и контроль», 2009. – 182 с.
13. Процессы нагрева металла сварочными источниками тепла [Текст] : учеб, пособие / Б. Е. Ломаев, Е. Н. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2007. – 143 с.
14. Свариваемость сталей [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2005. – 159 с.
15. Сварка специальных сталей и сплавов: учеб, пособие / И.В.Смирнов,- 2-е изд., испр. И доп. – СПб: Лань, 2012. – 265 с.
16. Сварка. Резка. Контроль [Текст] : Справ.: В 2 т. /Н. П. Алешин, Г. Е. Чернышев, А. И. Акулов и др.; Под ред. Н. П. Алешина. Е. Г. Чернышева. Т.1 2004. – 619 с.

17. Сварка. Резка. Контроль [Текст] : Справ.: В 2 т. / П. П. Алешин, Е. Е. Чернышев, А. И. Акулов и др.; Под ред. Н. П. Алешина, Е. Е. Чернышева. Т.2. 2004. – 478 с.
18. Сварочные материалы для трубопроводного строительства [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин, В. В. Шалай, А. Е. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2010. – 258 с.
19. Соколов, Е. Н. Наплавка износостойких сплавов на прессовые штампы и инструмент для горячего деформирования сталей [Текст] / Е. Н. Соколов, В. И. Лысак. – Волгоград : ВолГТУ, 2005. – 284 с.
20. Специальные методы сварки давлением [Текст] : учебное пособие / Е. В. Конюшков, Р. А. Мусин. – Саратов : Ай Пи Эр Медиа, 2009. – 630 с.
21. Специальные методы сварки и пайки [Текст] : учебное пособие / В. Р. Петренко [и др.]. – Воронеж : Изд-во ВЕГУ, 2008. – 219 с.
22. Стандартные методы контроля качества металлических материалов, сварных и паяных соединений [Текст] / Л. П. Еерасимова, Д. Е. Еолупков, Ю. И. Гук. – М. : ЭКОМЕТ, 2007. – 664 с.
23. Теория свариваемости сталей и сплавов / Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушин; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Изд-во МЕТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 484 с.
24. Теория сварочных процессов [Текст] : учебник /А. В. Коновалов [и др.]; под общ. ред. В. М. Неровного. – М. : МГТУ, 2007. – 752 с.
25. Термическая обработка сварных соединений [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин. – Омск ; Изд-во ОмГТУ, 2008. – 230 с.
26. Технологические особенности сварки сталей различных классов [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2007. – 287 с.
27. Технология и оборудование газовой сварки и резки [Текст] : учеб, пособие / Е. И. Еремин, В. С. Кац. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2004. – 150 с.
28. Технология сварки плавлением и термической резки металлов [Текст] : учеб, пособие / В. А. Фролов и др. ; под ред. В. Л. Фролова. – М. : Альфа-М, 2011. – 445 с.
29. Управление техническими системами: учебник ДТП. Деменков, Е.Н.Васильев. – Москва: изд-во МГТУ им. Баумана, 2013. – 400 с.
30. Физико-химические процессы в металлах при сварке: учебное пособие / Б.Е. Лопаев, Е.Н. Еремин. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2006. – 172 с.
31. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений / Н.П. Алешин. – Москва: изд-во «Технология машиностроения», 2013. – 573 с.
32. Якушин, Б. Ф. Расчеты металлургических процессов при сварке и наплавке [Текст]: метод, пособие / Б. Ф. Якушин. – М.: Изд-во МГТУ, 2003. – 53 с.

*Дополнительная литература*



1. Волков, С. С. Сварка и склеивание полимерных материалов [Текст] : учеб, пособие / С. С. Волков. – М. : Химия, 2001. – 374 с.
2. Еремин, Е. Н. Плазменно-дуговые технологические процессы в сварочном производстве [Текст] : учеб, пособие / Е. П. Еремин. – Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000. – 275 с.
3. Кусков, К. М. Электрошлаковая наплавка [Текст] / Ю. М. Кусков, А. Ф. Пименов. – М. : Наука и технологии, 2001. – 179 с.
4. Неровный, В. М. Сварочные дуговые процессы в вакууме [Текст] / В. М. Неровный, В. М. Ямпольский. – М. : Машиностроение, 2002. – 263 с.
5. Оборудование для электрической контактной сварки [Текст] / А. Е. Бердичевский, Е. Н. Холмянский. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2002. – 171 с.
6. Сварка трением [Текст] : справочник / В. К. Лебедев, И. А. Черненко, В. И. Билля ; под ред. В. К. Лебедева. – Л. : Машиностроение, 1987. – 235 с.
7. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности [Текст] / В. А. Винокуров, С. А. Куркин, Е. А. Николаев; под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1996. – 576 с.
8. Специализированные источники питания для дуговой сварки [Текст] : учеб, пособие для вузов / Е. И. Еремин, В. Ф. Мухин. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2002. – 79 с.
9. Технологические основы дуговой сварки в защитных газах [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин, В. С. Кац. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2002. – 79 с.
10. Технология и оборудование электрошлаковой сварки [Текст] : учеб, пособие / Е. Н. Еремин, В. С. Кац. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2001. – 105 с.
11. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением [Текст] / Б.Е. Патон [и др.]; под ред. Б.Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1974. – 767 с.