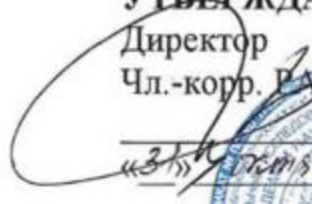


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
**ХАБАРОВСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

УТВЕРЖДАЮ:
Директор
Чл.-корр. РАН

И.Ю. Рассказов
«31» октября 2022 г.
Протокол Объединенного ученого совета
№ 8 от «31» октября 2022 г.



ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

2.5.8 СВАРКА, РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИИ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРОГРАММЕ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Программа вступительного испытания предназначена для поступающих на образовательную программу высшего образования – программу подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре по специальности 2.5.8 Сварка, родственные процессы и технологии.

Вступительные испытания проводятся в виде собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде.

2. ТРЕБОВАНИЯ К ПОСТУПАЮЩИМ

Поступающий в аспирантуру должен продемонстрировать знания о математических понятиях и их свойствах, математических методах, основах программирования и информатике, соответствующие уровню подготовки специалиста (магистра). Иметь определенные научные наработки по данному направлению подготовки, который будет учтен при участии в конкурсе в случае одинакового количества баллов поступающих.

3. СТРУКТУРА ИСПЫТАНИЯ

Экзамен состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания. Общий список вопросов к вступительному испытанию включает 4 блока, отражающих следующие объекты исследований:

1. Теоретические основы сварки, наплавки и нанесения покрытий.
2. Технология сварки, наплавки-нанесения покрытий, пайки и склеивания.
3. Контроль качества сварки, наплавки и нанесения покрытий.
4. Аддитивные сварочные технологии.

4. ВОПРОСЫ К ВСТУПИТЕЛЬНОМУ ИСПЫТАНИЮ ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

1. Механизмы образования сварочных соединений.
2. Сварочные процессы. Энергетические источники для сварки, их общие характеристики.
3. Электрическая сварочная дуга. Строение, виды и области применения.
4. Процессы протекающие в столбе дуги. Напряженность поля, плотность тока и концентрации мощности в столбе электрической дуги.
5. Основные закономерности плавления и испарения металлических электродов. Перенос металла в электрической дуге.
6. Устойчивость электрической дуги. Условия устойчивости. Воздействие магнитных полей на дугу, их использование для управления дугой и процессами сварки. Особенности дуг, питаемых переменным и импульсным токами.
7. Режимы дуговой сварки и их влияние на форму сварочной ванны и

размеры шва.

8. Особенности, виды и области применения лучевых источники нагрева. Электронный луч, как источник энергии. Сварка электронным лучом в вакууме.

9. Сварка, резка и термическая обработка с использованием лазерного луча в качестве источника нагрева.

10. Электрошлаковый нагрев. Энергетические процессы в шлаковой и металлической ваннах. Условия устойчивости электрошлакового процесса, физико-химические процессы при электрошлаковой сварке.

11. Электроконтактный нагрев и плавление металлов. Физические процессы в сварочных контактах соединяемых заготовок.

12. Классификация способов контактной сварки. Условия формирования сварных соединений при точечной и шовной сварке. Особенности формирования соединений при стыковой сварке. Выбор режимов и технология сварки конструкционных материалов при точечной и шовной сварке. Технология стыковой сварки.

13. Основные схемы сварки взрывом. Условия образования соединений при сварке взрывом.

14. Процессы, протекающие при диффузионной сварке. Механизм образования сварных соединений при диффузионной сварке.

15. Свариваемость материалов. Показатели свариваемости.

16. Сопровождающие сварку, наплавку и нанесение покрытий металлургические процессы. Взаимодействие металлов, шлаков и газов. Газы в сварных соединениях.

17. Характеристики тепловых процессов. Модели источников тепла, объектов сварки, наплавки.

18. Дифференциальное уравнение теплопроводности, основные краевые условия, учитываемые при его решении. Определение температурных полей при нагреве тел движущимися сосредоточенными, точечными и линейными источниками тепла. Особенности нагрева пластин мощными быстро движущимися источниками. Методы расчета температурных полей при нагреве тел распределенными источниками. Вычисление скоростей охлаждения в различных точках тел, нагреваемых движущимися источниками.

19. Термические циклы при односторонней и многослойной сварке и наплавке. Плавление основного металла, длина жидкой ванны. Энергетическая эффективность процессов сварки, наплавки и нанесения покрытий. Нагрев и плавление присадочных материалов.

20. Процессы кристаллизации металла при сварке, аддитивной послойной наплавке и нанесении покрытий. Природа химической и физической неоднородности соединений металлов.

21. Механизмы образования горячих трещин при сварке. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию горячих трещин. Способы предотвращения горячих трещин.

22. Образование холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин.

23. Структура зоны термического влияния в сварных соединениях. Фазовые и структурные превращения при сварке конструкционных сталей.

24. Деформации и напряжения при неравномерном нагреве. Механизм возникновения напряженного состояния при сварке, наплавке и нанесении покрытий. Приближенная теория сварочных деформаций и напряжений.

Воздействие дефектов на механические свойства сварных соединений и их работоспособность.

25. Остаточные напряжения в сварных соединениях. Деформации, напряжения и перемещения в элементах сварных конструкций, экспериментальные и расчетные методы их определения. Методы снижения напряжений и деформаций при сварке и наплавке.

26. Прочностные свойства сварных соединений при статических нагрузках. Прочность при переменных нагрузках. Причины хрупких разрушений сварных конструкций.

27. Классификация процессов сварки плавлением. Технология сварки и наплавки покрытыми электродами. Технология автоматической и механизированной сварки. Наплавка и нанесение покрытий.

28. Технология сварки низкоуглеродистых, низколегированных и среднелегированных конструкционных сталей.

29. Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов мартенситного, ферритного и аустенитного классов.

30. Технология сварки разнородных сталей одного структурного класса и разных структурных классов.

31. Технология сварки чугуна.

32. Технология сварки меди и ее сплавов, алюминия, магния и их сплавов, никеля и его сплавов, титана и его сплавов.

33. Наплавка. Технологические особенности. Формирование свойств наплавленного металла, метод его легирования.

34. Основные дефекты сварных соединений. Поры в сварных швах. Неметаллические включения в швах. Прочие дефекты сварных соединений.

35. Сварка токами высокой частоты.

36. Технология и области применения холодной сварки.

37. Технология и области применения ультразвуковой сварки.

38. Сварка трением. Сущность метода. Параметры процесса. Область применения.

39. Пайка металлов. Теоретические основы пайки металлов. Природа образования соединений при пайке. Сущность процесса пайки металлов. Физические процессы при пайке. Диффузионное и химическое взаимодействие припоя с паяемым металлом. Способы удаления поверхностных пленок и восстановление оксидов при пайке.

40. Припой, применяемые при пайке. Классификация припоев по химическому составу, температуре плавления и механическим свойствам. Наиболее распространенные группы припоев.

41. Используемые флюсы. Назначение, требования к флюсам. Виды флюсов и их классификация. Типы паяных соединений. Расчет прочности паяных

соединений. Технология пайки различных металлов и сплавов. Методы контроля паяных соединений.

42. Механизмы процесса склеивания соединений. Классификация клеев. Наиболее распространенные клеи на основе термореактивных и термопластичных полимеров. Преимущества и недостатки клеевых соединений.

43. Классификация методов контроля качества сварки, наплавки и нанесения покрытий.

44. Методы неразрушающего контроля качества металлов, швов, наплавки и покрытий.

45. Физические основы и разновидности магнитных и электромагнитных методов контроля, техника и технология их применения.

46. Радиационные методы контроля. Источники рентгеновского и гамма-излучения, их конструкции, аппаратура и приспособления для управления. Радиографический контроль.

47. Физические основы, классификация ультразвуковых методов контроля. Приборы и оптимальные параметры ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля, методы измерения дефектов.

48. Принципы, классификация и технология капиллярных методов контроля.

49. Методы контроля непроницаемости. Используемые приборы.

50. Механические испытания качества сварки, наплавки и нанесения покрытий. Металлография, химический анализ и коррозионные испытания сварных соединений, наплавки и покрытий.

51. Металлические материалы для аддитивного производства: виды и классификация по принципу материал-технология-свойства.

52. Технология селективного лазерного плавления. Физические основы процесса. Устройство и принцип работы установок селективного лазерного плавления.

53. Технологические особенности метода селективного электронно-лучевого плавления. Устройство и принцип работы установок для электронно-лучевой наплавки.

54. Технологии Wire-Arc Additive Manufacturing. Устройство и принцип работы установок для реализации указанных технологий.

5. ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ

Результаты вступительного испытания оцениваются по пятибалльной шкале. Оценка определяется как средний балл, выставленный экзаменаторами во время экзамена. Критерии оценки результатов испытания:

5 (Отлично) – полный безошибочный ответ, в том числе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. Поступающий должен правильно определять понятия и категории, выявлять основные тенденции и противоречия, свободно ориентироваться в теоретическом и практическом материале.

4 (Хорошо) – правильные и достаточно полные, не содержащие ошибок и упущений ответы. Оценка может быть снижена в случае затруднений студента при

ответе на дополнительные вопросы членов экзаменационной комиссии. При ответе допущены отдельные несущественные ошибки.

3 (Удовлетворительно) – недостаточно полный объем ответов, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.

2 (Неудовлетворительно) – неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях или отсутствие необходимых знаний.

6. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулов А.И., Бельчук Г.А., Демянцевич В.Г. Технология и оборудование электрической сварки плавлением. – Машиностроение, 1977. – 577 с.
2. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. – М.: Высш. школа. 1986. – 204 с.
3. Волков С.С. Сварка и склеивание полимерных материалов: Уч. пособие для вузов. – М.: Химия, 2001. – 376 с.
4. Волков С.С., Гирш В.И. Склеивание и напыление пластмасс. – М.: Химия, 1988. – 112 с.
5. Волков С.С., Черняк Б.Я. Сварка пластмасс ультразвуком. – М.: Химия, 1986. – 256 с.
6. Галиновский А.Л. Аддитивные технологии в производстве изделий аэрокосмической техники: учебное пособие для вузов/ А.Л. Галиновский, Е.С. Голубев, Н.В. Коберник, А.С. Филимонов; под общей редакцией А.Л. Галиновского. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 115 с.
7. Гаспарян, В.Х. Электродуговая и газовая сварка: учебное пособие/ В.Х. Гаспарян, Л.С. Денисов. – Минск: "Вышэйшая школа", 2016. – 305 с.
8. Еремин Е.Н. Плазменно-дуговые технологические процессы в сварочном производстве. Учебное пособие. – Омск: изд-во ОмГТУ, 2000. – 275 с.
9. Зуев И.В. Обработка материалов концентрированными потоками энергии. – М.: Издательство МЭИ, 1998. – 162 с.
10. Климов, А.С. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие / А.С. Климов, Н.Е. Машнин. – Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 236 с.
11. Козловский С.Н. Источники питания для дуговой и электрошлаковой сварки: Учеб. пособие/ С.Н. Козловский; СибГАУ. – Красноярск, 2003. – 316 с.
12. Копельман Л.А. Сопротивляемость сварных узлов хрупкому разрушению. – Л.: Машиностроение, 1978. – 231 с.
13. Кудинов В.В., Бобров Г.Д. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1992. – 432 с.
14. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация: Учеб. для вузов. – М.: Высш. школа – 1991. – 398 с.
15. Лашко С.В., Врублевский Е.И. Технология пайки изделий в машиностроении: Справочник проектировщика. – М.: Машиностроение, 1993. –

464 с.

16. Львов Н.С., Гладков Э.А. Автоматика и автоматизация сварочных процессов. – М.: Машиностроение, 1982. – 302 с.

17. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. – М.: Машиностроение, 1981. – 248с.

18. Махненко В.И. Расчетные методы исследования кинетики сварочных напряжений и деформаций. Киев: Наукова думка, 1976. – 320 с.

19. Машиностроение. Энциклопедия /Ред. совет: К.В. Фролов (пред.) и др. – М.: Машиностроение. МЗ8 Оборудование для сварки. Т.1У-6 / В.К. Лебедев, С.И. Кучук Яценко, А.И. Чвертко и др. Под. ред. Б.Е. Патона, 1999. – 496 с.

20. Николаев Г.А. Ольшанский Н.А. Специальные методы сварки. – М.: Машиностроение, 1975. – 232 с.

21. Николаев Г.А., Винокуров В.А., Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учеб. Для ВУЗов. – М.: Высш. школа, 1990. – 446 с.

22. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформаций конструкций. – М.: Высш. школа, 1982. – 310 с.

23. Новокрещенов В.В., Родякина Р.В. Неразрушающий контроль сварных соединений в машиностроении: учебное пособие. – М.: Юрайт, 2017. – 274 с.

24. Новосельцев Ю.Г. Упрочнение деталей машин нанесением покрытий: учебное пособие / Ю.Г. Новосельцев, Е.Н. Гарин, А.А. Шайхадинов, О.В. Железняк. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006.

25. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие /Под ред. В.В. Смирнова. – СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отделение, 2000. – 848 с.

26. Патон Б.Е., Спыну Г.А., Тимошенко В.Г. Промышленные роботы для сварки. – Киев: Наукова думка, 1977. – 280 с.

27. Петров Г.Л., Тумарев А.С. Теория сварочных процессов. – М.: Высш. школа, 1977. – 470 с.

28. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

29. Производство сварных конструкций. Заготовительно-сварочные работы: учеб. пособие / Ю.Г. Новосельцев, Ю.Г. Уткин, П.Н. Космодемьянский, Е.Н. Гарин. – Красноярск, КГТУ, 2006.

30. Производство сварных конструкций. Рациональная технология при создании сварных конструкций: учеб. пособие / Ю.Г. Новосельцев, Е.Н. Гарин, О. В. Железняк и др. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006.

31. Расчет точности параметров аргонодуговой и контактной сварки / В.П. Сидоров, А.В. Мельзитдинов. – Тольятти: Анна, 2018. – 251 с.

32. Саликов В.А., Шушпанов М.Н., Коломенский А.Б., Пешков В.В., Фролов В.А. Сварка в самолетостроении. Учебное пособие. – Воронеж. Изд-во ВГТУ, 2001. – 431 с.

33. Сварка в СССР. Том 1. Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование. – М.: Наука, 1981. – 533 с.

34. Сварка в СССР. Том 2. Теоретические основы сварки, прочности и проектирования. – М.: Наука, 1982. – 493 с.
35. Сварка и свариваемые материалы: в 3-х томах. Т.1. Свариваемость материалов. Справ. изд./ Под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Металлургия, 1991. – С. 528.
36. Сварка и свариваемые материалы: справ.: в 3 т. / общ. ред. В. Н. Волченко. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004.
37. Сварка и сварочные материалы: в 3-х т. Т.2. Технология и оборудование. Справ. изд./ Под ред. В.М. Ямпольского. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1966. – 574 с.
38. Сварка трением: Справочник /Под ред. В.К. Лебедева, И.А. Черненко, В.И. Вилля. – Л.: Машиностроение, 1987. – 263с.
39. Сварка. Резка. Контроль: справ.: в 2 т. / Н.П. Алешин, Г.Г. Чернышев. – М.: Машиностроение, 2004.
40. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев / Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1996. – 576 с.
41. Создание сварных комбинированных конструкций в энергетике. Часть1. Физические процессы при сварке разнородных материалов: учебное пособие / В.К. Драгунов, А.Л. Гончаров, Е.В. Терентьев, А.Ю. Марченков. – М.: Вече, 2015. – 176 с.
42. Стеклов О.И. Стойкость материалов и конструкций коррозий под напряжением. М.: Машиностроение, 1990. – 384 с.
43. Теоретические основы сварки / Под ред. В.В. Фролова. – М.: Высш. школа, 1970.
44. Теория свариваемости сталей и сплавов / Э.Л. Макаров, Б.Ф. Якушин; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018. – 550 с.
45. Теория сварочных процессов: учебник для вузов / В.М. Неровный и др. / под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 702 с.
46. Теория, технология и оборудование диффузионной сварки: Учебник для вузов / В.А. Бачин, В.Ф. Квасницкий, Д.И. Котельников и др.; под ред. В.А. Бачина. – М.: Машиностроение, 1991. – 352 с.
47. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Машиностроение, 1974. – 768 с.
48. Третьяков А.Ф. Материаловедение и технологии обработки материалов: учебное пособие для вузов / А.Ф. Третьяков, Л.В. Тарасенко. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 541 с.
49. Хасун А., Моригаки О. Наплавка и напыление / Перевод с японского под ред. Степина В.В. – М.: Машиностроение, 1985. – 285 с.
50. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. – Л.: Машиностроение, 1988. – 224 с.
51. Щербинский В.Г., Алешин Н.П. Ультразвуковой контроль сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 496 с.

Лист регистрации изменений

[illegible]