

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ЛУГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ВЛАДИМИРА ДАЛЯ»**

**ИНСТИТУТ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНЖЕНЕРНОЙ МЕХАНИКИ
КАФЕДРА ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ ДАВЛЕНИЕМ И СВАРКИ**



**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ ПО ПРОГРАММАМ
ПОДГОТОВКИ НАУЧНЫХ И НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ
КАДРОВ В АСПИРАНТУРЕ

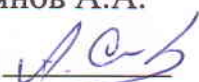
ПО НАУЧНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
2.5.8 СВАРКА, РОДСТВЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Принято на Ученом совете
ФГБОУ ВО «ЛГУ им. В. Даля»
«02» июня 2023г.
Протокол № 9

Луганск 2023

Автор (ы): заведующий кафедрой обработки металлов давлением и сварки

доц. Стоянов А.А.

Подпись 

« 23 » 05 20 23г.

Документ одобрен на заседании кафедры обработки металлов давлением и сварки

от « 23 » 05 20 23г., протокол № 11

Документ утвержден на заседании Ученого совета Института технологий и инженерной механики

от « 30 » 05 20 23г., протокол № 9

СОГЛАСОВАНО:

Проректор по научной работе
и инновационной деятельности



Витренко В.А.

Заведующий отделом аспирантуры
и докторантуры



Артемова Ю.А.

Предисловие

Вступительные испытания служат основанием для оценки теоретической подготовленности поступающего к выполнению профессиональных задач по научной специальности 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии» и продолжению образования по направленности программы аспирантуры 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии».

Программа вступительных испытаний в аспирантуру разработана на выпускающей кафедре «Обработка металлов давлением и сварка» Института технологий и инженерной механики, реализующего основные образовательные программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре, в соответствии с федеральными государственными требованиями.

1. Цели и задачи вступительных испытаний

Целью вступительных испытаний в аспирантуру является выявление уровня теоретической и практической подготовки поступающего в области, соответствующей выбранного направления научной специальности 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии». Вступительное испытание выявляет умение поступающего использовать знания, приобретенные в процессе теоретической подготовки, для решения профессиональных задач, а также его подготовленность к продолжению образования по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

В основу программы вступительных испытаний в аспирантуру по программе 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии» положены профессиональные дисциплины, изучаемые при обучении в вузе: (уровни квалификации – специалист, магистр).

2. Требования к профессиональной подготовке лица, поступающего в аспирантуру

К освоению программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре допускаются лица, имеющие образование не ниже высшего образования – специалист или магистр.

Претендент на поступление в аспирантуру должен быть широко эрудирован, иметь фундаментальную научную подготовку, владеть современными информационными технологиями, включая методы получения, обработки и хранения информации, уметь самостоятельно формировать научную тематику, организовывать и вести научно-исследовательскую деятельность по избранной научной специальности.

Требования к уровню специализированной подготовки, необходимому для освоения образовательной программы подготовки научно-педагогических кадров, и условия конкурсного отбора включают:

навыки:

владение самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельностью, требующей широкого образования в соответствующем направлении;

умения:

формулировать и решать задачи, возникающие в ходе научно-исследовательской и педагогической деятельности и требующие углубленных профессиональных знаний;

анализировать данные, необходимые для разработки, внедрения и совершенствования новых технологий сварочного производства;

прогнозировать тенденции развития сварочного производства и воплощать их в проектной практике;

определять режимно-эксплуатационные и технико-экономические параметры сварочного производства;

знания:

научных основ и технологических особенностей сварочного производства;

основ оптимизации технологических процессов сварочного производства;

инновационных технологий и оборудования сварочного производства;

вопросов ресурсосбережения и экологической безопасности применительно к технологиям сварочного производства.

3. Содержательная часть программы вступительного экзамена

3.1. Направленность программы аспирантуры «Сварка, родственные процессы и технологии»

3.1.1. Содержание разделов дисциплины

Тема 1. Теоретические основы сварки

Классификация процессов сварки. Требования к источникам энергии для сварки.

Электрическая сварочная дуга, ее виды и области применения. Модели процессов в столбе. Баланс энергии, напряженность поля и плотность тока в столбе. Газовые потоки в дуге, действие пинч-эффекта.

Процессы в приэлектродных областях сварочной дуги и баланс их энергии. Особенности дуг переменного тока, закономерности плавления и испарения металлических электродов. Перенос металла в дуге. Особенности импульсных дуг.

Общие условия устойчивости электрической дуги. Саморегулирование дуги с плавящимся электродом.

Действие магнитных полей на дугу, способы магнитного управления сварочной дугой.

Особенности распространенных видов сварочных дуг. Дуга под флюсом. Сжатие дуги. Дуги с неплавящимся электродом. Трехфазная дуга. Дуга под водой. Электроннолучевые источники энергии. Лазерный луч.

Основы физической химии. Основные понятия и величины. Первый закон термодинамики. Термохимия и термодинамические расчеты.

Второй закон термодинамики. Вычисление термодинамического потенциала. Расчет равновесий в гомогенной среде. Измерение химического сродства.

Третье начало термодинамики и расчет химических равновесий. Равновесие в гетерогенных системах.

Металлургические процессы при сварке. Взаимодействие металлов при сварке. Поглощение газов металлами при сварке. Влияние газов на свойства сварных соединений.

Тепловые процессы при сварке. Основные понятия и определения, поверхностная теплоотдача и краевые условия.

Характеристики сварочных источников теплоты и их моделей.

Расчет температурных полей при нагреве тел сосредоточенными источниками теплоты - точечным и линейным. Особенности нагрева тел мощными быстро движущимися источниками. Принципы расчета полей при нагреве тел распределенными источниками.

Термический цикл при односторонней сварке. Вычисление скоростей охлаждения околошовной зоны. Плавление основного металла, определение длины сварочной ванны. Тепловая эффективность процесса сварки. Нагрев и плавление присадочного металла при ручной и автоматической сварке.

Кристаллизация металла шва. Природа химической и физической неоднородности сварного соединения. Горячие трещины при сварке. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию горячих трещин.

Зона термического влияния в сварных соединениях. Природа холодных трещин при сварке. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию холодных трещин.

Тема 2. Технология и оборудование сварки плавлением

Технологические особенности основных процессов сварки плавлением. Сварка покрытыми электродами. Сварка в защитных газах. Сварка под флюсом. Особые методы дуговой сварки. Электрошлаковая сварка. Сварка электронным и лазерным лучами.

Общие характеристики сварных соединений. Типы сварных соединений и швов и требования к ним. Конструктивное оформление и техника выполнения стыковых, угловых и других швов. Влияние режима сварки на форму и состав шва.

Дефекты сварных соединений. Типичные дефекты и их классификация. Поры в сварных швах. Неметаллические включения. Прочие дефекты сварных соединений.

Сварочные материалы. Назначение сварочных материалов. Сварочная проволока, электродные стержни и прутки, самозащитные порошковые проволоки, неплавящиеся электроды. Покрытые электроды для дуговой сварки и наплавки. Порошки, литые прутки и ленты для наплавки. Сварочные флюсы. Защитные газы,

Методы расчетно-экспериментального определения параметров режима. Расчет режимов и размеров шва при ручной дуговой и механизированной дуговой сварке. Расчетная оценка ожидаемых механических свойств металла шва.

Оборудование для сварки и наплавки. Технологические требования к оборудованию и источникам питания для сварки плавлением. Источники питания для дуговой и электрошлаковой сварки и наплавки. Аппаратура для автоматической и полуавтоматической сварки плавящимся электродом. Аппаратура для многодуговой сварки. Аппаратура для сварки неплавящимся электродом и дугой, сжатой газовым потоком. Аппаратура для

электрошлаковой сварки и наплавки. Сварочные и сборочно-сварочные технологические приспособления.

Технология сварки низкоуглеродистых, низколегированных и среднелегированных конструкционных сталей. Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов мартенситного, ферритного и аустенитного класса. Технология сварки разнородных сталей одного структурного класса и разного структурного класса. Технология сварки чугуна. Технология сварки меди и её сплавов, алюминия, магния и их сплавов, никеля и его сплавов, титана и его сплавов. Особенности сварки тугоплавких и химически активных металлов (цирконий, ниобий, тантал, молибден, вольфрам и др.).

Технология сварки разнородных металлов и сплавов. Основные сведения о свариваемости. Особенности технологии и техники сварки стали с алюминием, медью, титаном и их сплавами. Разнородные цветные металлы и сплавы.

Технология наплавки. Формирование свойств наплавленного металла. Методы легирования. Особенности технологии и техники наплавки. Сущность и техника особых способов наплавки.

Тема 3. Технология и оборудование контактной сварки

Классификация контактной сварки по техническим и технологическим признакам. Особенности сварочного контакта. Условия формирования соединений при точечной и шовной сварке. Условия формирования соединений при стыковой сварке.

Общая схема контактных машин. Электрическая схема получения сварочного тока. Конструкция и расчет элементов вторичного контура (вторичной цепи). Способы снижения сопротивления короткого замыкания контактных машин.

Классификация систем управления процессами точечной и шовной сварки. Контактторы. Электрические блоки и узлы управления контакторами. Аппаратура управления усилием сжатия. Автоматическое регулирование процессов точечной и шовной сварки.

Управление процессом стыковой сварки.

Сварка токами высокой частоты.

Тема 4. Сварные конструкции

Виды сварных соединений. Концентрация напряжений в сварных соединениях. Деформации и напряжения, вызываемые процессом сварки. Остаточные напряжения в сварных соединениях. Деформации и перемещения в элементах сварных конструкций. Методы снижения напряжений и деформаций при сварке.

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

Методы расчета сварных соединений сварных соединений на прочность, балки. Расчет жесткости и прочности. Устойчивость балок. Влияние технологии изготовления балок на их несущую способность.

Стойки. Расчет устойчивости стоек. Роль соединительных элементов.

Решетчатые конструкции. Определение усилий в элементах. Напряженное состояние узлов ферм. Влияние технологии изготовления решетчатых конструкций на их служебные характеристики.

Листовые конструкции. Основы расчета и проектирования вертикальных цилиндрических и сферических резервуаров.

Особенности конструкций котлов и сосудов, их напряженное состояние. Основы расчета и проектирования труб и трубопроводов. Требования расчета и проектирования труб и трубопроводов. Требования к технологии изготовления емкостей и труб.

Специфика сварных деталей машин. Расчет и проектирование сварных рам и станин.

Тема 5. Источники питания для сварки

Устойчивость энергетической системы «источник питания – сварочная дуга». Роль дросселя в сварочных процессах.

Требования к форме внешних характеристик источников питания. Техничко-экономические показатели источников сварочного тока. Структура обозначений и классификация источников питания. Сварочные трансформаторы с механическим регулированием. Сварочные источники прерывистого тока. Однопостовые сварочные выпрямители. Сварочные генераторы с независимым возбуждением. Сварочные генераторы с самовозбуждением. Многопостовые источники питания сварочной дуги. Постоянная составляющая сварочного тока. Многофазные схемы выпрямления. Способы регулирования тока и напряжения в сварочных выпрямителях. Последовательность подбора сварочных выпрямителей.

Тема 6. Контроль качества сварных соединений

Технологические и конструктивные факторы качества сварки и их контроль. Дефекты и уровни дефектности сварных швов. Методы контроля качества, соединений. Визуально - оптический контроль.

Механические испытания сварных соединений. Металлография, химический анализ и коррозионные испытания сварных соединений.

Физические основы, классификация и технология капиллярных методов контроля. Физические основы, классификация и чувствительность методов контроля непроницаемости. Газоэлектрические течеискатели.

Физические основы и классификация магнитных и электромагнитных методов контроля. Технология магнитных методов контроля.

Физические основы и классификация радиационных методов контроля. Источники рентгеновского и гамма-излучения. Аппаратура и приспособления.

Радиографический контроль. Радиоскопический и радиометрический контроль. Дозиметрия и техника безопасности.

Физические основы и классификация ультразвуковых методов контроля. Аппаратура и параметры ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля. Методика измерения дефектов.

Основные покрытия статистического управления качеством и документация. Вероятностные схемы-модели оценки качества сварных соединений статистическое регулирование качества сварки.

3.1.2. Примерный перечень вопросов для формирования билетов вступительного испытания

1. Принципы и алгоритмы обеспечения условий устойчивости сварочных процессов.
2. Выбор оптимальных условий и режимов сварки.
3. Требования к автоматизированному сварочному оборудованию.
4. Гибкое автоматизированное производство сварных конструкций.
5. Системы автоматического регулирования различных способов сварки.
6. Действие магнитных полей на дугу, их использование для управления дугой и процессами сварки.
7. Основные электрические и энергетические параметры сварочной дуги и их регулирование.
8. Системы и средства управления автоматическим циклом сварочного производства.
9. Разомкнутые и замкнутые системы автоматического регулирования сварочных операций.
10. Оптимизация процесса сварки. Жёсткое и гибкое программирование.
11. Самонастраивающиеся кибернетические системы управления с оптимальной моделью.
12. Выбор оптимальных способов сварки для конкретного изделия.
13. Расчёт режимов сварки для систем жёсткого программирования сварочных процессов.
14. Тепловая и гидродинамическая обстановка в сварочной ванне при сварке.
15. Основные области промышленного применения ультразвуковой сварки.
16. Области внедрения и перспективы развития сварки взрывом.
17. Параметры процесса и особенности технологии сварки взрывом.
18. Основные преимущества и недостатки сварки трением.
19. Какие основные типы припоев используются при создании паяных соединений?
20. В чём основная сущность диффузионной сварки?
21. Какие газы и для чего используются при создании плазменной струи?
22. В чём заключается сущность электроннолучевой сварки?
23. Сварка токами высокой частоты.
24. В чём выражается взаимодействие металлической и шлаковой фаз в процессе сварки?
25. Для каких сварных соединений используют специальные методы сварки?
26. Принцип лазерной сварки.
27. Автоматизация сварочных и вспомогательных работ.
28. Применение автоматизированных способов сварки.
29. Пути автоматизации процессов сварки и сопутствующих операций.
30. Строение, виды и области применения электрической сварочной дуги.
31. Основные физические процессы в столбе дуги.
32. Влияние газовых потоков и пинч-эффекта на энергетические и технологические характеристики столба дуги.

33. Физические явления в приэлектродных областях дуги.
34. Закономерности плавления и испарения металлических электродов.
35. Перенос металла в дуге.
36. Условия устойчивости электрической дуги.
37. Саморегулирование дуги с плавящимся электродом.
38. Действие магнитных полей на дугу, их использование для управления дугой и процессами сварки.
39. Особенности дуг, питаемых переменным и импульсными токами.
40. Основные электрические и энергетические параметры сварочной дуги и их регулирование.
41. Технологические свойства сварочной дуги.
42. Плоскостное зондирование сварочных источников тепла (дуги, электронного и лазерного луча).
43. Принципы выбора и расчет оптимальных режимов сварочных процессов.
44. Системы и средства управления автоматическим циклом сварочного производства.
45. Разомкнутые и замкнутые системы автоматического регулирования сварочных операций.
46. Оптимизация процесса сварки. Жёсткое и гибкое программирование.
47. Самонастраивающиеся кибернетические системы управления с оптимальной моделью.
48. Расчёт режимов сварки для систем жёсткого программирования сварочных процессов.
49. Применение критериальных моделей при описании сварочных процессов.
50. Принципы и алгоритмы обеспечения условий устойчивости сварочных процессов.
51. Формирование ванны и тепловая обстановка при плазменной сварке проникающей дугой.
52. Строение, виды и области применения электрической сварочной дуги.
53. Основные физические процессы в столбе дуги.
54. Физические явления в приэлектродных областях дуги.
55. Закономерности плавления и испарения металлических электродов.
56. Перенос металла в дуге.
57. Условия устойчивости электрической дуги.
58. Саморегулирование дуги с плавящимся электродом.
59. Действие магнитных полей на дугу, их использование для управления дугой и процессами сварки.
60. Особенности дуг, питаемых переменным и импульсными токами.
61. Основные электрические и энергетические параметры сварочной дуги и их регулирование.
62. Технологические свойства сварочной дуги.
63. Плоскостное зондирование сварочных источников тепла (дуги, электронного и лазерного луча).
64. Принципы выбора и расчет оптимальных режимов сварочных процессов.

65. Системы и средства управления автоматическим циклом сварочного производства.
66. Разомкнутые и замкнутые системы автоматического регулирования сварочных операций.
67. Оптимизация процесса сварки. Жёсткое и гибкое программирование.
68. Расчёт режимов сварки для систем жёсткого программирования сварочных процессов.
69. Тепловая и гидродинамическая обстановка в сварочной ванне при сварке.
70. Применение критериальных моделей при описании сварочных процессов.
71. Принципы и алгоритмы обеспечения условий устойчивости сварочных процессов.
72. Формирование ванны и тепловая обстановка при плазменной сварке проникающей дугой.
73. Требования к автоматизированному сварочному оборудованию.
74. Гибкое автоматизированное производство сварных конструкций.
75. Системы автоматического регулирования различных способов сварки.

3.2.3. Литература

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов/ А.В. Коновалов, А.С. Куркин, Э.Л. Макаров, В. М. Неровный, Б.Ф. Якушин; Под ред. В.М. Неровного. – М.:Изд-во. МГТУ им Н. Э. Баумана, 2007.- 752с.
2. Сварка в СССР. Т. 1. Технологические процессы, сварочные материалы и оборудование. М.: Наука, 1981.
3. Сварка в СССР. Т. 2. Теоретические основы сварки, прочности и проектирования. М.: Наука, 1982.
4. Сварка и свариваемые материалы: в 3 т. Т.1. Свариваемость материалов: Справ, изд. / Под ред. Э.Л. Макарова. М.: Металлургия, 1991.
5. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. М.. Машиностроение, 1981.
6. Сварка трением: Справочник / Под ред. В.К. Лебедева, И.А. Черненко, В.И. Билля. Л.: Машиностроение. 1987.
7. Машиностроение: Энциклопедия /Ред.совет: К.В.Фролов (пред.) и др. М.: Машиностроение. Оборудование для сварки. Т.4-6 / В.К. Лебедев, С.И. Кучук-Яценко, А.И. Четвертко и др.; Под. ред. Б.Е. Патона. 1999.
8. Волков С.С., Гирш В.И. Склеивание и напыление пластмасс. М.: Химия, 1988.
9. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие / Под ред. В.В. Смирнова. СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
10. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформаций конструкций. М.: Высш, школа. 1982.
11. Николаев Г.А., Винокуров В.А., Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник для вузов. М.: Высш, школа, 1990.
12. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология

изготовления, механизация, автоматизация: Учебник для вузов. М.: Высш. школа. 1991.

13. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев; Под ред. Б.Е. Патона. М.: Машиностроение, 1996.

14. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. М.: Высш. школа, 1986.

15. Щербинский В.Г., Алешин Н.П. Ультразвуковой контроль сварных соединений.- 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ, 2000.

4. Критерии оценки знаний, умений и навыков на вступительных испытаниях

Вступительные испытания по специальной дисциплине оценивают знания в области соответствующей научной дисциплины, навыки и способности поступающего, необходимые для обучения по программам аспирантуры, реализуемых научной специальностью 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии».

Вступительные испытания в аспирантуру по специальности проводятся в устной форме. Экзамен включает ответы на три теоретических вопроса по темам программы вступительных испытаний в аспирантуру по соответствующей направленности программы подготовки. Вопросы являются равнозначными по сложности. Уровень знаний поступающего оценивается по пятибалльной системе.

Критерии оценивания результатов ответа по специальной дисциплине

Количество баллов	Критерии оценки
5	Вопросы раскрыты полностью и без ошибок, ответ изложен грамотным научным языком без терминологических погрешностей, использованы ссылки на необходимые источники
4	Вопросы раскрыты более чем наполовину, но без ошибок, либо имеются незначительные и/или единичные ошибки, либо допущены 1-2 фактические ошибки
3	Вопросы раскрыты частично либо ответ написан небрежно, неаккуратно, допущено 3-4 фактические ошибки. Обнаруживается только общее представление о сущности вопроса
2	Задание не выполнено (ответ отсутствует или вопрос не раскрыт)