

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Липецкий государственный технический университет»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Проректор по научной работе  
и инновациям**

**С.Е. Кузенков**



» марта 2022 г.

**ПРОГРАММА  
ВСТУПИТЕЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ В АСПИРАНТУРУ**

**Научная специальность: 2.5.8 Сварка, родственные процессы и технологии**

**Форма обучения: очная 4 года**

**г. Липецк – 2022 г.**

Программа вступительных испытаний по специальной дисциплине, соответствующей направленности (профилю) программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – специальная дисциплина), разработана на основе федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования ступеней специалист и магистр, так как на обучение в аспирантуре имеют право только лица с высшим образованием указанных уровней.

Перечень направлений подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре определен приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации от 24.02.2021 г. № 118.

Цель вступительных испытаний – определить уровень знаний кандидата в аспирантуру по выбранному им профилю подготовки, оценить его способность использовать полученную за время обучения в ВУЗе информацию и знания для решения нестандартных проблем, а также проверить способность кандидата проследить и понимать структурные междисциплинарные связи его специальности/направления подготовки.

### **1. Требования к поступающим**

При сдаче вступительных испытаний в аспирантуру кандидат должен продемонстрировать высокий уровень знаний по специальности/направлению подготовки, полученной им за время обучения в ВУЗе. Кандидат должен показать свободное владение основными понятиями по всем изученным специальным/профильным дисциплинам, а также умение выстраивать взаимосвязи между ними.

### **2. Содержание вступительных испытаний**

Вступительные испытания проводятся в письменной форме по билетам. Каждый билет содержит 1 (один) вопрос по научной специальности 2.5.8 Сварка, родственные процессы и технологии. Кандидат в течение 1,5 часов готовится к ответу. Затем члены приемной комиссии проверяют и обсуждают ответы кандидата на вопросы. На заключительном этапе проводится собеседование с кандидатом по содержанию его ответов. При необходимости кандидату могут быть заданы дополнительные вопросы.

### **3. Рекомендации по подготовке к вступительным испытаниям**

При подготовке к вступительным испытаниям кандидату в аспирантуру следует проработать все приведённые в настоящей программе вопросы, стараясь использовать при этом как можно более современные источники информации (в том числе и публикации в научных периодических изданиях). Особое внимание необходимо обратить на установление взаимосвязей между отдельными вопросами, т. к. это будет способствовать лучшему усвоению информации при подготовке к вступительным испытаниям, а также позволит кандидату в аспирантуру показать свою компетентность в выбранной им области науки и своё умение грамотно собирать, анализировать и интерпретировать информа-

цию. В случае возникновения каких-либо трудностей кандидату в аспирантуру следует обратиться за консультацией либо к предполагаемому научному руководителю, либо на кафедру, которая принимает его в аспирантуру.

#### 4. Перечень вопросов по вступительным испытаниям в аспирантуру

1. Строение и геометрия металлической поверхности.
2. Схватывание идеальных кристаллов. Схватывание и образование сварного соединения реальных поверхностей в твёрдом состоянии.
3. Виды разрядов и их характеристика. Виды сварочных дуг, их достоинства и недостатки.
4. Зоны дуги и их характеристика.
5. Ионизация в столбе дугового промежутка. Рекомбинация и излучение.
6. Степень ионизации в столбе дуги. Понятие об эффективном потенциале ионизации.
7. Эмиссионные процессы на катоде.
8. Вольтамперная характеристика сварочной дуги.
9. Вентильный эффект при сварке.
10. Температура сварочной дуги.
11. Механическое воздействие дуги на ванну.
12. Дуга в поперечном магнитном поле. Дуга в продольном магнитном поле. Область применения.
13. Взаимодействие параллельных дуг.
14. Дуга в собственном магнитном поле.
15. Магнитное дутьё при сварке.
16. Особенности дуги переменного тока при сварке неплавящимся вольфрамовым электродом алюминиевых сплавов в среде инертных газов.
17. Понятие о коэффициентах наплавки, расплавления.
18. Температура капли и ванны.
19. Виды перехода металла с электрода в ванну.
20. Силы, действующие на каплю. Условия переноса металла с электрода в ванну на малых токах.
21. Перенос металла с электрода в ванну на больших токах.
22. Разбрызгивание при сварке. Причины разбрызгивания, пути снижения разбрызгивания.
23. Растворимость в жидком металле одно- и двухатомных газов.
24. Влияние на растворимость газа его химического сродства к металлу-растворителю.
25. Оценка химического сродства в стандартных условиях по величине изобарного потенциала.
26. Оценка химического сродства в нестандартных условиях.
27. Практическое использование знаний о химическом сродстве веществ при сварке.
28. Источники кислорода в сварочной ванне. Влияние кислорода на свойства сварных соединений. Раскисление.
29. Растворимость водорода в сварочной ванне.
30. Влияние водорода на склонность сварных соединений к образованию пористости, холодных трещин и хрупкому разрушению.
31. Металлургические и технологические пути ограничения концентрации водорода в сварочной ванне.
32. Обоснование состава проволоки при сварке в углекислом газе.
33. Условия зарождения и существования газового пузыря в гетерогенной жидкости.
34. Неметаллические включения в сварных соединениях.
35. Причины возникновения пористости при сварке и методы борьбы с ней.
36. Назначение флюса. Классификация флюсов.

37. Физические свойства флюса-шлака. Вязкость, газопроницаемость, коэффициент термического расширения, плотность, электропроводимость, поверхностное натяжение.
38. Источники водорода во флюсе. Формы воды во флюсе. Дегидратация сварочных флюсов.
39. Источники кислорода в металле шва при сварке под флюсом.
40. Кремне- и марганцевосстановительные процессы при сварке под флюсом. Последствия реакций кремния и марганца.
41. Реакция серы при сварке под флюсами-силикатами.
42. Реакция фосфора при сварке под флюсами.
43. Обоснование рациональной композиции флюса для сварки низкоуглеродистых сталей.
44. Обоснование рациональной композиции флюса для сварки низколегированных сталей.
45. Обоснование рациональной композиции флюса для сварки высоколегированных сталей.
46. Принцип построения шлаковых систем высокоактивных, активных, малоактивных и пассивных флюсов.
47. Макроструктура сварных швов. Рост кристаллитов при затвердевании чистых металлов и сплавов, образование полосчатой и дендритной структур.
48. Влияние геометрии оси кристаллита на прочность и износостойкость сварных соединений.
49. Виды химической неоднородности в сварных соединениях. Слоистая и зональная ликвации.
50. Химическая неоднородность на границе железо-гамма и железо-альфа.
51. Химическая неоднородность в зоне сплавления при сварке.
52. Дендритная ликвация, как результат неравновесной кристаллизации в условиях ограниченной выравнивающей диффузии в жидкой и твердой фазах.
53. Влияние скорости кристаллизации на характер дендритной ликвации.
54. Природа и механизм образования кристаллизационных трещин.
55. Механизм возникновения и развития деформаций и напряжений при сварке.
56. Гипотеза Н.Н. Прохорова технологической прочности металла шва в процессе кристаллизации.
57. Качественные и количественные методы оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин.
58. Зоны термического влияния при сварке низкоуглеродистых сталей.
59. Особенности термокинетических кривых распада аустенита при сварке и термообработке.
60. Зона термического влияния при сварке и пайке закаливающихся сталей (рост зерна, гомогенизация аустенита, характер получающихся структур и механических свойств от параметров термического цикла сварки).
61. Качественные и количественные методы оценки склонности сварных соединений к замедленному разрушению.
62. Закалочная и водородная гипотезы образования холодных трещин.
63. Методы борьбы с замедленным разрушением при сварке закаливающихся сталей.
64. Влияние параметров термического цикла сварки на сопротивляемость сталей образованию холодных трещин.
65. Термическая обработка сварных соединений. Назначение и виды отпусков. Процессы, происходящие при отпуске.
66. Термообработка сварных соединений при нагревании выше  $A_{c3}$ . Назначение термической обработки; процессы, протекающие при термообработке.
67. Технологическая свариваемость металлов и методы её оценки.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

1. Дедюх Р.И. Теория сварочных процессов. Превращения в металлах при сварке: учебное пособие/Р.И. Дедюх; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 155 с. <https://www.iprbookshop.ru/epd-reader?publicationId=55210>
2. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук, В.П. Демянцевич. – М.: Машиностроение, 2003.
3. Кононенко В.Я. Сварка в среде защитных газов плавящимся и неплавящимся электродом, Киев, ТОВ «Ника-Принт», 2007
4. Юхин Н.А., Ручная дуговая сварка неплавящимся электродом в защитных газах, Москва, Соуэло, 2007

Программа вступительных испытаний обеспечена учебно-методической документацией и материалами. Ее содержание представлено в сети Интернет или локальной сети вуза (факультета/института). Для поступающих в аспирантуру обеспечена возможность оперативного обмена информацией с отечественными и зарубежными вузами, предприятиями и организациями, обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам.

Автор(ы) к.т.н., доцент



Неверов В.В.

Программа одобрена на заседании кафедры ОПМП, 14.03.2022 г., протокол №7

Председатель ОПС Золотухин Золотухин П.И.