

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
Механико-машиностроительный институт

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по науке
Кружаев В.В.
« ___ » _____ 2015 г.

ПРОГРАММА
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Код ОП	Направление	Направленность (профиль) программы аспирантуры	Квалификация
15.06.01	машиностроение	Сварка, родственные процессы и технологии	Исследователь. Преподаватель-исследователь

СОГЛАСОВАНО
УПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ
КАДРОВ ВЫСШЕЙ
КВАЛИФИКАЦИИ

Екатеринбург
2015

Программа итоговой государственной аттестации составлена авторами:

№	ФИО	Ученая степень, ученое звание	Должность	Кафедра	Подпись
1	Коробов Ю.С.	д.т.н., проф.	зав. каф.	Технология сварочного производства	
2	Шалимов М.П.	д.т.н., проф.	профессор	Технология сварочного производства	

Рекомендовано учебно-методическими советами:

Председатель учебно-методического совета
ММИ
Протокол № _____ от _____ г.

Д.В Куреннов

Согласовано:

Директор института
ММИ

О.Г. Блинков

Начальник ОПНПК

О.А. Неволina

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с Федеральными государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования

Код направления	Название направления/направленности	Реквизиты приказа Министерства образования и науки Российской Федерации об утверждении и вводе в действие ФГОС ВО	
		Дата	Номер приказа
15.06.01	Машиностроение/ Сварка, родственные процессы и технологии	29.12.2012	273

1.1. Цель итоговой государственной аттестации

Целью итоговой государственной аттестации является проверка способности и готовности выпускника выполнять профессиональные задачи в сфере профессиональной деятельности и соответствия его подготовки требованиям, заявленными в паспорте ООП ВПО. В рамках государственной итоговой аттестации проверяется уровень сформированности следующих результатов обучения, заявленных в ОП:

РО-1: Способность осуществлять коммуникативную деятельность, совершенствовать и развивать собственный творческий потенциал

РО-2: Способность проводить научные исследования в области, соответствующей выбранной направленности (научной специальности)

РО-3: Способность анализировать и представлять результаты научных исследований в области, соответствующей выбранной направленности (научной специальности)

РО-4: Способность осуществлять деятельность по организации и финансированию научных исследований

РО-5: Способность использовать результаты научных исследований при разработке учебно-методического обеспечения преподавательской деятельности по направлению, соответствующему выбранной направленности (научной специальности)

1.2. Структура государственной итоговой аттестации:

- Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
- Представление научного доклада об основных результатах подготовленной научно-квалификационной работы (диссертации)

1.2.1. Форма проведения государственного экзамена устный

1.3.Трудоемкость государственной итоговой аттестации

Общая трудоемкость государственной итоговой аттестации составляет 9 з.е.

1.4. Время проведения государственной итоговой аттестации

Государственный экзамен – 8 семестр

Представление научного доклада – 8 семестр

1.5.Требования к процедуре государственной итоговой аттестации

Требования к порядку планирования, организации и проведения ГИА, к структуре и форме документов по организации ГИА сформулированы в утвержденной в УрФУ документированной процедуре.

1.6. Требования к оцениванию результатов освоения ОП в рамках государственной итоговой аттестации

Объективная оценка уровня соответствия результатов обучения требованиям к освоению ОП обеспечивается системой разработанных критериев (показателей) оценки освоения знаний, сформированности умений и опыта выполнения профессиональных задач.

При сдаче государственного экзамена обучающимся выставляются оценки: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Оценка "ОТЛИЧНО" выставляется аспиранту глубоко и прочно усвоившему программный материал, излагающему его последовательно, исчерпывающе, грамотно и логически стройно.

Оценка "ХОРОШО" выставляется аспиранту, твердо и прочно знающему программный материал и по существу излагающему его. Даны правильные ответы на вопросы, а в ответах на билет и на дополнительные вопросы аспирант не допускает существенных неточностей.

Оценка "УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" выставляется аспиранту, который знает большую часть программного материала, но допускает неточности, недостаточно правильные формулировки.

Оценки "НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО" заслуживает аспирант, обнаруживший значительные пробелы в знании предметов, допустивший принципиальные ошибки при решении практических и ситуационных задач.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1. Тематика научной работы (доклада)

Научное содержание научно-квалификационной работы аспиранта должно удовлетворять установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по выбранной научной специальности и паспортом специальности.

2.2. Тематика государственного экзамена

1. Общие вопросы.

1.1. Развитие сварочной науки в России, роль кадрового потенциала, их подготовки и аттестации. Организация и управление качеством сварочной продукции. Структура и организация учебно-научных и производственных организаций. История развития сварки, работы Н.Г. Славянова, Н.Н. Бенардоса, Е.О. Патона, Б.Е. Патона, Г.А. Николаева. Российская школа сварки, принципы соединения научных и практических целей. Роль науки о сварке и сварочной технике в развитии производительных сил России. Объем фундаментальных и прикладных знаний, необходимых для успешной работы в области сварки. Математические методы планирования эксперимента и обработка его результатов. Компьютерные технологии в сварке. Автоматизация эксперимента. Роботизация сварочных работ.

2. Теоретические основы сварки, наплавки и нанесения покрытий.

2.1. Природа образования соединений при сварке.

Классификация процессов сварки. Источники энергии для сварки, их обобщенные характеристики. Строение, виды и области применения электрической сварочной дуги. Основные процессы в столбе дуги. Напряженность поля, плотность тока и концентрации мощности в столбе. Влияние газовых потоков и пинч-эффекта на энергетические и технологические характеристики столба дуги. Физические явления в приэлектродных областях дуги. Процессы, определяющие мощность и ее концентрацию у электродов дуги. Закономерности плавления и испарения металлических электродов. Перенос металла в дуге. Общие условия устойчивости электрической дуги. Саморегулирование дуги с плавящимся электродом. Действие магнитных полей на дугу, их использование для управления дугой и процессами сварки. Особенности дуг, питаемых переменным

и импульсным токами. Трехфазная дуга. Дуга под флюсом, дуга под водой. Сжатые дуги. Параметры режима дуговой сварки и их влияние на форму ванны и размеры шва.

2.2. Лучевые источники нагрева, их виды, особенности и области применения. Электронный луч, как источник энергии. Принцип сварки электронным лучом в вакууме. Общие схемы формирования электронных пучков. Электронные пушки, их составные части и принципы действия. Способы управления мощностью и ее концентрацией в электронных пучках. Управление положением пучков в пространстве. Процессы плавления металлов электронными пучками, КПД процессов. Лазерный луч как источник нагрева при сварке, резке и термической обработке. Физические процессы формирования излучения лазеров. Виды лазеров. Особенности газовых лазеров. Структурная схема СО₂-лазера. Процессы, ограничивающие мощность СО₂-лазеров и ее стабильность. Плавление металлов лазерным лучом. Достижения и проблемы электронно-лучевой и лазерной сварки.

2.3 Электроконтактный нагрев и плавление металлов. Физические процессы в сварочных контактах соединяемых заготовок. Принципиальные схемы сварки взрывом. Условия образования соединений при сварке взрывом. Физические процессы при диффузионной сварке. Механизм образования сварных соединений при диффузионной сварке. Нагрев при трении. Процессы сварки трением. Явления при холодной и ультразвуковой сварке. Природа образования соединений при пайке.

2.4 Основные характеристики тепловых процессов. Модели источников тепла, объектов сварки, наплавки. Дифференциальное уравнение теплопроводности, основные краевые условия, учитываемые при его решении. Расчет 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. Термические циклы при однопроходной и многослойной сварке и наплавке. Плавление основного металла, длина жидкой ванны. Тепловая эффективность процессов сварки, наплавки и нанесения покрытий. Нагрев и плавление присадочных материалов.

2.5 Кристаллизация металла при сварке, наплавке и нанесении покрытий. Природа химической и физической неоднородности соединений металлов. Горячие трещины при сварке. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию горячих трещин. Способы предотвращения горячих трещин. Особенности структуры зоны термического влияния в сварных соединениях. Фазовые и структурные превращения при сварке конструкционных сталей. Природа холодных трещин. Методы оценки сопротивляемости металлов образованию холодных трещин. Способы предотвращения холодных трещин. Деформации и напряжения при неравномерном нагреве. Механизм возникновения напряженного состояния при сварке, наплавке и нанесении покрытий. Приближенная теория сварочных деформаций и напряжений. Методы математического и компьютерного моделирования процессов сварки, пайки, наплавки, напыления и резки.

3. Технология сварки, наплавки-нанесения покрытий, пайки и склеивания.

3.1 Технология сварки, наплавки и нанесения покрытий плавлением

Классификация процессов сварки плавлением. Технология сварки и наплавки покрытыми электродами. Технология автоматической и механизированной сварки. Наплавка и нанесение покрытий. Технология сварки низкоуглеродистых, низколегированных и среднелегированных конструкционных сталей. Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов мартенситного, ферритного и аустенитного классов. Технология сварки разнородных сталей одного структурного класса и разных структурных классов. Технология сварки чугуна. Технология сварки меди и ее сплавов, алюминия, магния и их сплавов, никеля и его сплавов, титана и его сплавов. Особенности сварки тугоплавких и химически активных металлов. Технология сварки разнородных металлов и сплавов. Особенности технологии и техники сварки стали с алюминием, медью, титаном и их сплавами. Влияние режимов сварки на форму и состав швов. Технология наплавки. Формирование свойств наплавленного металла, метод его легирования. Технология электрошлаковой сварки и наплавки конструкций из углеродистых и легированных сталей. Технология электрошлаковой сварки легких и цветных металлов и сплавов. Особенности технологии лучевых методов сварки. Дефекты

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

3.2 Технология газопламенного и детонационного нанесения покрытий. Основные операции дуговой металлизации и плазменного напыления.

Техника и технология вакуумных покрытий.

4. Сварные конструкции.

4.1. Деформации и напряжения, вызываемые процессами сварки, наплавки и нанесения покрытий.

Концентрация напряжений в сварных соединениях. Влияние дефектов на механические свойства сварных соединений и их работоспособность. 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.

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

Принципы расчета и проектирования сварных соединений и конструкций. Применение компьютерной техники в расчетах и проектировании металлоконструкции. Влияние технологии изготовления балок на их несущую способность. Напряженное состояние узлов ферм. Влияние технологии изготовления решетчатых конструкций на их служебные характеристики. Напряжения и деформации в листовых конструкциях. Особенности конструкции котлов и сосудов, их напряженное состояние. Основы расчета и проектирования труб и трубопроводов. Требования и технологии изготовления емкостей и труб. Специфика сварных деталей машин. Принципы проектирования сварных конструкций из цветных металлов и пластмасс. Методы повышения прочности сварных конструкций при переменных нагрузках. Прочность сварных соединений при высоких и низких температурах. Вероятностные методы оценки прочности сварных конструкций.

5. Механизация и автоматизация технологических операций сварки, наплавки и нанесения покрытий.

5.1 Классификация процессов и операций сварки, наплавки и нанесения покрытий как объектов механизации и автоматизации. Схемы современных систем автоматизации дуговых методов сварки и наплавки.

Принципы механизации и автоматизации заготовительных операций. Современные средства механизации и автоматизации транспортных операций. Схемы механизированных сборочно-сварочных поточных линий. Автоматические сборочно-сварочные линии. Требования, предъявляемые к промышленным роботам для сварки, наплавки и нанесения покрытий. Типы промышленных роботов. Общие характеристики роботов и их основных блоков. Адаптивные роботы. Автоматические линии и участки роботов. Технико-экономическая эффективность применения роботов. Перспективы применения роботов в сварочном производстве. Система автоматизированного проектирования технологии сварки (САПР ТС). Структура САПР. Программное обеспечение и аппаратные средства реализации. Выход окончательной продукции САПР.

6. Контроль качества сварки, наплавки и нанесения покрытий.

6.1 Методы разрушающего и неразрушающего контроля качества металлов, швов, наплавки и покрытий.

Физические основы и разновидности магнитных и электромагнитных методов контроля, техника и технология их применения. Основы и классификация радиационных методов контроля. Источники рентгеновского и гамма-излучения, их конструкции, аппаратура и приспособления для управления. Радиографический контроль. Методы дозиметрии и обеспечения безопасности. Физические основы, классификация ультразвуковых методов контроля. Приборы и оптимальные параметры ультразвукового контроля. Технология ультразвукового контроля, методы измерения дефектов. Принципы, классификация и технология капиллярных методов контроля. Методы контроля непроницаемости.

3. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ

3.1. Рекомендуемая литература

3.1.1. Основная литература

1. Козловский, Сергей Никифорович Введение в сварочные технологии: учебное пособие / С. Н. Козловский - СПб. : Лань, 2011 - 416 с. : ил.
2. Смирнов, Иван Викторович Сварка специальных сталей и сплавов: учебное пособие / И. В. Смирнов - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2012 - 272 с. : ил.
3. 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. – 752 с.: ил.
4. Смирнов, И. В. Сварка специальных сталей и сплавов: учебное пособие / И. В. Смирнов - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. : Лань, 2012 - 272 с.
5. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки: учебное пособие / А. С. Климов [и др.] - 3-е изд., испр. - СПб. Лань, 2011 - 330 с. (Учебники для вузов. Специальная литература).
6. Технология сварки плавлением и термической резки металлов: учебное пособие для вузов / В. А. Фролов [и др.]; под ред. В. А. Фролова - М.: Альфа-М.: Инфра-М, 2011 - 446 с.:
7. Быковский, Олег Григорьевич Справочник сварщика / О. Г. Быковский, В. Р. Петренко, В. В. Пешков - М. : Машиностроение, 2011 - 336 с.
8. Галушкина, Валерия Николаевна Технология производства сварных конструкций: учебник / В. Н. Галушкина - 2-е изд., испр. - М.: Академия, 2011 - 190 с. : ил.
9. Климов, Алексей Сергеевич Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учебное пособие / А. С. Климов, Н. Е. Машнин - 2-е изд., испр. и доп. - СПб. Лань, 2011 - 234 с.
10. Козловский, Сергей Никифорович Введение в сварочные технологии: учебное пособие / С. Н. Козловский - СПб. Лань, 2011 - 416 с.
11. Федосов, Сергей Александрович Основы технологии сварки: учебное пособие / С. А. Федосов, И. Э. Оськин - М.: Машиностроение, 2011 - 125 с.: ил. - (Для вузов).
12. Сварка и свариваемые материалы: в 3 т. Т.1. Свариваемость материалов: Справ. изд. / Под ред. Э.Л. Макарова. М.: Металлургия, 1991.
13. Макаров Э.Л. Холодные трещины при сварке легированных сталей. М.: Машиностроение, 1981.
14. Еремин Е.Н. Плазменно-дуговые технологические процессы в сварочном производстве. Учеб. пособие. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2000.
15. 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.
16. Сварка трением: Справочник /Под ред. В.К. Лебедева, И.А. Черненко, В.И. Вилля. Л.: Машиностроение. 1987.
17. 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.
18. Стеклов О.И. Стойкость материалов от конструкции коррозий под напряжением. М.: Машиностроение, 1990.
19. Волков С.С., Гирш В.И. Склеивание и напыление пластмасс. М.: Химия, 1988.
20. Оборудование для контактной сварки: Справочное пособие /Под ред. В.В. Смирнова. СПб.: Энергоатомиздат, 2000.
21. Сварка в самолетостроении: Учеб. пособие / В.А. Саликов, М.Н. Шушпанов, А.Б. Коломенский и др. Воронеж. Изд-во ВГТУ, 2001.
22. Николаев Г.А., Куркин С.А., Винокуров В.А. Сварные конструкции. Прочность сварных соединений и деформаций конструкций. М.: Высш. школа. 1982.
23. Николаев Г.А., Винокуров В.А., Сварные конструкции. Расчет и проектирование: Учебник для вузов. М.: Высш. школа, 1990.

24. Куркин С.А., Николаев Г.А. Сварные конструкции. Технология изготовления, механизация, автоматизация: Учебник для вузов. М.: Высш. школа. 1991.
25. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В.А. Винокуров, С.А. Куркин, Г.А. Николаев; Под ред. Б.Е. Патона. М.: Машиностроение, 1996.
26. Львов Н.С., Гладков Э.А. Автоматика и автоматизация сварочных процессов. М.: Машиностроение, 1982.
27. Алешин Н.П., Щербинский В.Г. Контроль качества сварочных работ. М.: Высш. школа, 1986.
28. Щербинский В.Г., Алешин Н.П. Ультразвуковой контроль сварных соединений. –3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГТУ, 2000.

3.1.2. Дополнительная литература

1. Сергеев А.П. Право интеллектуальной собственности в РФ. Учебник. Издание Зуев И.В. Обработка материалов концентрированными потоками энергии. М.: Издательство МЭИ, 1998.
2. Волков С.С., Черняк Б.Я. Сварка пластмасс ультразвуком. М.: Химия, 1986.
3. Лашко С.В., Врублевский Е.И. Технология пайки изделий в машиностроении: Справочник проектировщика. М.: Машиностроение. 1993.
4. Волков С.С. Сварка и склеивание полимерных материалов: Учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 2001.
5. Холопов Ю.В. Ультразвуковая сварка пластмасс и металлов. - Л.: Машиностроение, 1988.
6. Хасун А., Моригаки О. Наплавка и напыление / Пер. с японского под ред. В.В. Степина М.: Машиностроение, 1985.
7. Кудинов В.В., Бобров Г.Д. Нанесение покрытий напылением. Теория, технология и оборудование: Учеб. для вузов. М.: Металлургия.1992.
8. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего // Монография; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.

3.2. Электронные образовательные ресурсы

Зональная научная библиотека <http://lib.urfu.ru>

Каталоги библиотеки <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=76>

Электронный каталог <http://opac.urfu.ru/>

Электронно-библиотечные системы <http://lib.urfu.ru/mod/resource/view.php?id=2330>

Электронные ресурсы свободного доступа <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=75>

Электронные ресурсы по подписке <http://lib.urfu.ru/mod/data/view.php?id=1379>

3.3. Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>;

Web of Science: <http://apps.webofknowledge.com>;

Scopus: <http://www.scopus.com>;

Reaxys: <http://reaxys.com>

Поисковая система EBSCO Discovery Service <http://lib.urfu.ru/course/view.php?id=141>

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ПРОГРАММЕ

Номер листа изменений	Номер протокола	Дата заседания	Всего листов в документе	Подпись ответственного за внесение изменений