Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» (национальный исследовательский университет)» (МГТУ им. Н.Э. Баумана)
Кафедра «Технологии соединения и обработки материалов» (МК2)

ПРОГРАММА

вступительного экзамена в аспирантуру по научной специальности 2.5.8 «Сварка, родственные процессы и технологии»

Калуга, 2022 г.

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

Теоретические основы сварки, наплавки и нанесения покрытий

Тепловые сварочные процессы

Общие вопросы теории теплообмена. Температурное поле. Тепловой поток. Закон Фурье. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Теплофизические свойства материалов.

Краевая задача теплопроводности и методы ее решения. Схематизация нагреваемых тел и источников теплоты. Термический цикл, изотермические поверхности и изотермы: основные характеристики и свойства.

Экспериментальное измерение сварочных температур. Виды датчиков. Термопара. Принцип действия термопары. Виды и характеристики термопар.

Термодеформационные процессы при сварке

Деформации металла при сварке. Напряжения. Перемещения.

Физические процессы при сварке

Строение сварного соединения. Структура и фазовые превращения в сталях при сварке. Плавление и кристаллизация металла шва. Физическая и химическая неоднородность шва.

Технологическая прочность

Горячие трещины. Холодные трещины. Ламелярные трещины. Трещины повторного нагрева. Природа и факторы образования, виды, основные способы и принципы оценки и повышения сопротивляемости образованию.

Свариваемость

Понятие свариваемости. Методы оценки. Основные показатели свариваемости.

Углеродистые и низколегированные стали. Высоколегированные хромистые, никелевые и хромоникелевые стали. Жаропрочные перлитные стали. Среднелегированные мартенситно-бейнитные стали. Алюминиевые сплавы. Титановые сплавы. Состав, классификация и свойства. Применение. Свариваемость.

Сочетания сталей в комбинированных сварных соединениях.

Проблемы свариваемости разнородных сталей. Методы сварки разнородных сталей. Выбор сварочных материалов.

Состав, классификация и свойства цветных сплавов.

Источники энергии

Термические недуговые источники энергии.

Термические дуговые источники энергии.

Термопрессовые источники энергии.

Прессово-механические источники энергии.

Тепловой баланс контактной точечной сварки. Тепловые процессы при контактной сварке (точечной, стыковой, шовной)

Физико-химические и металлургические процессы при сварке

Процессы окисления металла шва. Раскисление металла сварочной ванны. Взаимодействие металлов с газами при сварке. Шлаковые фазы и их назначение. Способы защиты сварочной ванны от атмосферы. Удаление вредных примесей в металле при сварке.

Технология сварки, наплавки, нанесения покрытий, пайки и склеивания

Классификация процессов сварки плавлением.

Дуговые способы сварки

Технологии сварки и наплавки покрытыми электродами.

Технологии сварки плавящимся электродом в среде защитных газов и смесей. Полуавтоматические и автоматические способы.

Технологии сварки неплавящимся электродом в среде защитных газов и смесей. Ручные, полуавтоматические и автоматические способы.

Технологии сварки плавящимся электродом под флюсом.

Сварочные материалы для дуговой сварки

Назначение сварочных материалов и их общая классификация.

Сварочная проволока сплошная.

Сварочная порошковая проволока.

Неплавящиеся электроды.

Флюсы сварочные для газопламенной, дуговой, электрошлаковой сварки.

Защитные газы для сварки и резки.

Штучные покрытые электроды для ручной дуговой сварки.

Технологии контактной сварки.

Технологии контактной сварки. Точечная, шовная рельефная, стыковая.

Технология ультразвуковой сварки металлов и пластмасс. Технология лазерной сварки. Технология электронно-лучевой сварки. Технология сварки трением.

Пайка металлов.

Газопламенная, В печах, Индукционная. Паяльные флюсы. Припои.

Аддитивные технологии

Понятие, принцип и особенности аддитивных технологий. Аддитивные технологии производства полимерных изделий с экструзией расплавленных материалов; с отверждением жидкостей; с применением порошковых материалов; методом ламинирования.

Аддитивные технологии производства металлических изделий с применением порошковых материалов; дуговым плавлением.

Термическая резка

Кислородная резка. Кислородно-флюсовая резка. Резка кислородным копьем. Воздушно-дуговая резка. Кислородно-дуговая резка. Плазменная резка. Лазерная резка.

Сварные конструкции

Производство сварных конструкций

Транспортные и заготовительные операции в сварочном производстве. Технология производства балочных, рамных и решетчатых конструкций. Технология изготовления сварных резервуаров и емкостей. Технология изготовления сосудов, работающих под давлением. Производство сварных труб, корпусных конструкций и сварных деталей

машин.

Проектирование сварных конструкций

Материалы сварных конструкций и их свойства. Основы расчета сварных соединений на прочность при действии статических и переменных нагрузок. Концентрация напряжений в сварных соединениях. Деформации, напряжения и перемещения, вызываемые процессом сварки. Остаточные деформации, напряжения и перемещения в сварных соединениях. Влияние сварочных напряжений, деформаций и перемещений на работоспособность конструкции. Сварные балки, стойки и фермы. Сварные оболочковые конструкции и детали машин.

Оборудование, автоматизация и системы управления сварки, наплавки и нанесения покрытий

Источники питания

Источники питания переменного тока. Инверторные источники питания для сварки. Источники питания постоянного тока.

Многопостовые сварочные системы. Вентильные сварочные генераторы.

Сварочные контуры точечных машин.

Проектирование приспособлений и оснастки

Назначение и классификация приспособлений. Требования к приспособлениям. Исходные данные для проектирования приспособлений.

Базирование детали. Закрепление детали. Установка детали. Базирование по плоским поверхностям, по наружным цилиндрическим поверхностям, по внутренним цилиндрическим поверхностям.

Основные элементы сборочно-сварочных приспособлений.

Поворот и вращение свариваемых изделий.

Промышленные роботы (преимущества, особенности конструкции, системы управления движением инструмента).

Автоматизация и управление сварочными процессами

Объект автоматизации. Автоматический контроль. Автоматическое управление. Автоматическое регулирование. Возмущения в сварочном контуре. Системы дистанционного управления.

Система автоматического регулирования.

Компьютерное и математическое моделирование

Системы автоматического проектирования (САПР). Преимущества внедрения САПР. Схема процесса проектирования. Подходы к процессу проектирования. Области использования ЭВМ в процессе проектирования.

Методы проектирования технологических процессов. Виды трехмерных моделей.

Схема процесса моделирования.

Контроль качества сварки, наплавки и нанесения покрытий

Контроль качества

Цель и задачи технической диагностики. Классификация дефектов, качество и надежность. Отказ, критерии отказов, классификация отказов. Общая закономерность распределения интенсивности отказов по времени. Классификация ремонтов. Виды

технического состояния объекта, системы технической диагностики.

Классификация дефектов сварных соединений. Влияние дефектов на работоспособность конструкций. Выбор метода контроля качества сварных соединений.

Неразрушающие методы контроля

Параметры, контролируемые при инструментальном контроле сварных швов. Цель внешнего осмотра сварного шва. Виды дефектов, контролируемые внешним осмотром. Инструменты внешнего осмотра и инструментального контроля.

Физические основы и технология капиллярного метода контроля.

Физические основы и технология радиационного метода контроля.

Физические основы и технология акустического метода контроля.

Физические основы контроля на герметичность.

Разрушающие методы контроля

Испытание на статическое растяжение, изгиб и сплющивнаие материалов. Твердость. Испытание на ударный изгиб. Макроструктурный и микроструктурный анализ соединений и материалов.

Научные исследования и планирование эксперимента

Методика планирования, проведения и обработки результатов многофакторного эксперимента при решении описательной задачи, задачи поиска оптимальных условий. Методика планирования дробного факторного эксперимента.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Комлацкий В.И. Планирование и организация научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.И. Комлацкий, С.В. Логинов, Г.В. Комлацкий. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. — 208 с. — Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=271595.

2. Рыжков, И. Б. Основы научных исследований и изобретательства: учебное пособие / И. Б. Рыжков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 224 с. — ISBN 978-5-8114-5697-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/145848.

3. Половинкин, А. И. Основы инженерного творчества: учебное пособие / А. И. Половинкин. — 7-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2019. — 364 с. — ISBN 978-5-8114-4603-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/123469.

4. Сибикин, М.Ю. Основы проектирования машиностроительных предприятий: учебное пособие: [16+] / М.Ю. Сибикин, Ю.Д. Сибикин. - Изд. 2-е, перераб и доп. - Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. - 265 с.: ил., схем., табл. - Режим доступа: по подписке. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575075.

5. Оборудование и основы технологии сварки металлов плавлением и давлением: учебное пособие для вузов / Г. Г. Чернышов, Д. М. Шашин, В. И. Гирш [и др.]; под редакцией Г. Г. Чернышова, Д. М. Шашина. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 464 с. — ISBN 978-5-8114-6853-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152649.

6. Николаев, М. И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством: учебное пособие / М. И. Николаев. — 3-е изд. — Москва, Саратов: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), Ай Пи Ар Медиа, 2020. — 115 с. — ISBN 978-5-4497-0330-9. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система

IPR BOOKS: [сайт]. — URL: https://www.iprbookshop.ru/89446.html (дата обращения: 14.05.2021).

7. Теория сварочных процессов [Текст]: учебник для вузов / В.М. Неровный и др.; под ред. В.М. Неровного. – 2-изд., перераб. и доп. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016 - 702 с.:ил.

8. Лупачёв В.Г. Источники питания сварочной дуги [Электронный ресурс]: пособие / В.Г. Лупачёв, С.В. Болотов. — Минск: Вышэйшая школа, 2013. — 208 c. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/35489.html.

9. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств: учебник / В. А. Тимирязев, А. Г. Схиртладзе, Н. П. Солнышкин, С. И. Дмитриев. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-1629-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/168684.

10. Суслов, А.Г. Наукоемкие технологии в машиностроении [Электронный ресурс] / А.Г. Суслов, Б.М. Базров, В.Ф. Безъязычный, Ю.С. Авраамов. - М: Машиностроение, 2012. - 528 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=5795.

11. Гладков Э.А. Управление процессами и оборудованием при сварке [Текст]: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. - 432с.

12. Ильшев, А.М. Общая теория статистики [Электронный ресурс]: учебник / А.М. Ильшев. - Электрон. текстовые данные. - М.: Юнити-Дана, 2015. – 200 c. – Режим доступа: URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436708.

13. Логанина, В.И. Инструменты качества [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.И. Логанина, А.А. Федосеев. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, ЭБС «IPRbooks», 2014.— 111 c. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/19518.

14. Николаев, М.И. Метрология, стандартизация, сертификация и управление качеством [Электронный ресурс]: М.И. Николаев. — Электрон. текстовые данные. — М.: ИнтернетУниверситет Информационных Технологий (ИНТУИТ), ЭБС «IPRbooks», 2016. — 115 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/52149.

15. Алешин, Н.П. Физические методы неразрушающего контроля сварных соединений [Электронный ресурс]: учебник. – М.: Машиностроение, 2013. https://e.lanbook.com/book/63211.

16. Гордиенко, В.Е. Методы контроля качества сварных конструкций промышленных зданий и строительных машин [Электронный ресурс]: учеб. пособие/ В.Е. Гордиенко, Е.Г. Гордиенко — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012.— 134 c. http://www.iprbookshop.ru/19011.

17. Гордиенко, В.Е. Дефекты и их влияние на работоспособность сварных конструкций промышленных зданий и строительных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.Е. Гордиенко, Е.Г. Гордиенко. — Электрон. текстовые данные. — СПб.: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2012. — 85 c. http://www.iprbookshop.ru/18994.

18. Серенков, П. С. Методы менеджмента качества. Контроль и испытания продукции : учебное пособие / П. С. Серенков, Е. Н. Савкова, Н. А. Жагора. — Минск : Новое знание, 2015. — 480 с. — ISBN 978-985-475-754-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/64771.

19. Земсков, Ю. П. Организация и технология испытаний : учебное пособие / Ю. П. Земсков, Л. И. Назина. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 220 с. — ISBN 978-5-8114-3028-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL:

https://e.lanbook.com/book/169223 (дата обращения: 04.05.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

20. Макаров, Э. Л. Теория свариваемости сталей и сплавов [Электронный ресурс]: монография / Э. Л. Макаров, Б. Ф. Якушин ; под редакцией Э. Л. Макарова. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2014. — 487 с. — ISBN 978-5-7038-3938-6. // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106411.

21. Зорин, Н.Е. Материаловедение сварки. Сварка плавлением [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Е. Зорин, Е.Е. Зорин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 164 с.— URL: https://e.lanbook.com/book/102605.

22. Деев, Г.Ф. Зона сплавления в сварном соединении: Монография [Электронный ресурс]: монография / Г.Ф. Деев, Д.Г. Деев. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 152 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/99279.

23. Смирнов, И.В. Сварка специальных сталей и сплавов[Электронный ресурс] : учебное пособие / И.В. Смирнов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2019.— URL: https://e.lanbook.com/book/118607.

24. Алешин, Н. П. Современные способы сварки : учебное пособие / Н. П. Алешин, В. И. Лысак, В. Ф. Лукьянов. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2011. — 59 с. — ISBN 987-5-7038-3543-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/106437 (дата обращения: 01.07.2021). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

25. Валетов, В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы) [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В. А. Валетов. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 58 с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/65766.html.

26. Каменев, С. В. Технологии аддитивного производства [Электронный ресурс]: учеб. пособие / С. В. Каменев, К. С. Романенко. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 145 с. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/71339.html.

27. Основы быстрого прототипирования [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А.Н. Поляков [и др.]. - Оренбург: ОГУ, 2014. - 128 с. -Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259324.

28. Коротков, В.А. Ремонтная сварка и наплавка [Электронный ресурс]: учебнометодическое пособие / В.А. Коротков. - Москва: Директ-Медиа, 2014. - 57 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=223467.

29. Слесарчук, В.А. Материаловедение и технология материалов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.А. Слесарчук. - Минск: РИПО, 2015. - 392 с. - Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=463342.

30. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров, Р. С. Третьяков ; под редакцией А. Г. Григорьянца. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. — 278 с. — ISBN 978-5-7038-4976-7. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/172807

31. Основы технологии и построения оборудования для контактной сварки [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. С. Климов, И. В. Смирнов, А. К. Кудинов, Г. Э. Кудинова. — 3-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 336 с. — ISBN 978-5-8114-1153-5. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/167880

Заведующий кафедрой
МК2 «Технологии соединения и обработки материалов» Царьков А.В.