

УДК 621.791.65

Численное моделирование влияния смещения лазерного луча на распространение теплового поля при сварке меди и стали встык

Курынцев Сергей Вячеславович

kuryntsev16@mail.ru

SPIN-код: 7946-7212

Евламповев Андрей Владиленович (*)

evlampiev.andrey@mail.ru

SPIN-код: 7872-4514

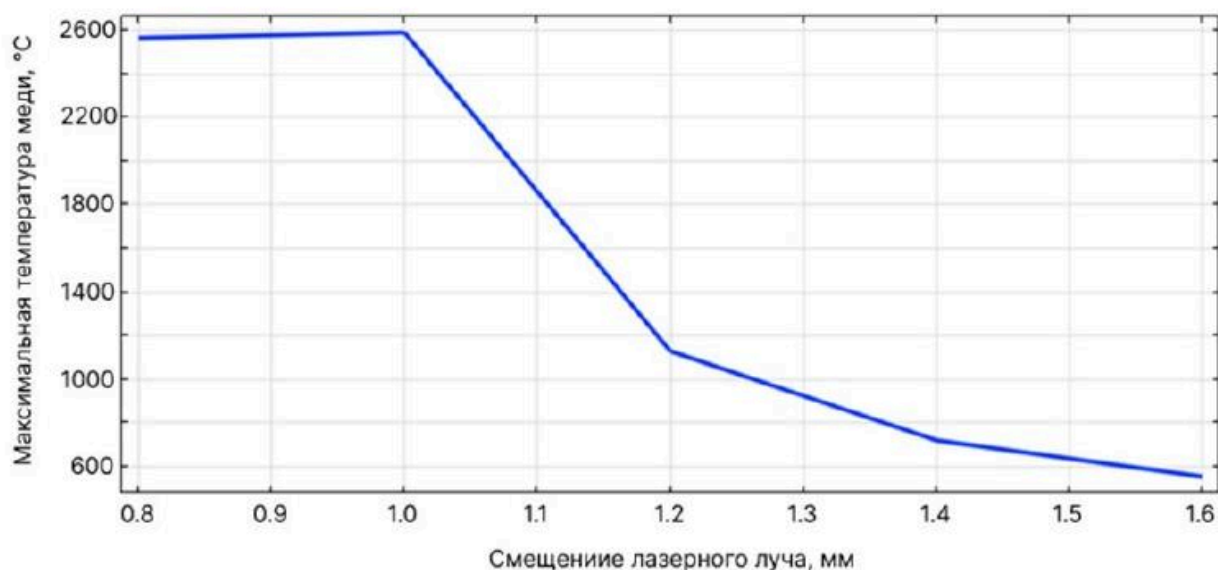
КНИТУ – КАИ, Казань, Республика Татарстан, Россия

Аннотация. *Посредством численного моделирования процесса лазерной сварки меди и стали встык установлено оптимальное расстояние смещения луча на сталь, обеспечивающее нагрев меди посредством теплопроводности до температур, близких к температурам плавления. Полученные результаты можно использовать при подборе оптимальных режимов сварки и технологических приемах, таких как изменение фокусного расстояния, применение колебаний.*

Ключевые слова: *лазерная сварка, разнородные металлы, моделирование*

Введение. На современном уровне развития лазерных технологий, в частности сварки, смещение лазерного луча относительно стыка при соединении разнородных металлов является наиболее эффективным технологическим приемом, обеспечивающим свариваемость [1, 2]. Ранее авторами получены положительные результаты при сварке меди и стали встык с применением комплекса технологических приемов, таких как увеличение фокусного расстояния и смещение лазерного луча на сталь, использование заходной пластины [3]. Из указанных технологических приемов наиболее сложно проконтролировать смещение лазерного луча. По данным нескольких групп исследователей [2], существенно влияет на свариваемость точность смещения лазерного луча в диапазоне 50–100 мкм. Целью исследования является установление оптимального расстояния смещения лазерного луча относительно стыка при сварке стали и меди встык посредством численного моделирования процесса.

Методы и материалы; результаты. Для численного моделирования была создана трехмерная модель листов из стали 12X18H10T и меди М1 (100×50×3 мм), заданы следующие параметры: мощность лазерного излучения 2500 Вт, скорость перемещения луча 10 мм/с, диаметр сечения луча 10 мм, коэффициент поглощения лазерного излучения (сталь 0,5; медь 0,3) и прочие теплофизические и физические свойства сплавов. Основным варьируемым параметром было задано смещение лазерного луча на сталь в диапазоне 0,8–1,6 мм. Полученные результаты представлены на рисунке, видно, что при смещении лазерного луча на 1,20–1,35 мм на сторону стали максимальная температура меди находится в диапазоне 1050–800 °С, соответственно. Это верифицируется с данными, полученными при проведении исследований, описанных в работе [3].



Влияние смещения лазерного луча на максимальную температуру меди

Закключение. Полученные результаты численного моделирования показывают, что для выбранной пары материалов и заданных граничных условий при создании модели, распространение теплового потока от расплавленной лазерным лучом стали позволяет нагреть медь до температур 800–1050 °C при смещении лазерного луча от плоскости стыка на расстояние 1,20–1,35 мм.

Список источников

- [1] Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н. *Лазерная сварка металлов*. Москва-Берлин, Издательство Директ-Медиа, 2021, 208 с.
- [2] Kuryntsev S.V. A Review: Laser welding of dissimilar materials (Al/Fe, Al/Ti, Al/Cu) – Methods and Techniques, Microstructure and Properties. *Materials*, 2022, vol. 15, pp. 254–270.
- [3] Курынцев С.В., Шиганов И.Н. Сварка аустенитной стали с медью расфокусированным излучением волоконного лазера. *Сварочное производство*, 2022, № 4, с. 7–11.
- [4] Орлова М.С., Никифоров С.А., Горунов А.И. Обзор методов численного моделирования изменения зеренной структуры металла в процессе плавления и кристаллизации для аддитивных технологий. *Вестник Технологического университета*, 2025, № 22, с. 141–150.

Содержание

Организационный комитет	3
Программный комитет	4
Предисловие	5
Секция 1. Оборудование, технологии и материалы для сварки и родственных процессов	7
<i>Паршин С.Г., Левченко А.М., Кархин В.А.</i> Разработки и внедрения самозащитных материалов, технологий и автоматизированного комплекса для подводной сварки и резки	9
<i>Николаев А.С., Паршин С.Г., Иванова И.В.</i> Исследование свойств сварных соединений при автоматической двухдуговой сварке магистральных газопроводов из высокопрочной бейнитной стали	11
<i>Коберник Н.В., Орлик А.Г.</i> Разработка научных основ нанесения износостойких покрытий путем комбинированного экзогенного и эндогенного легирования наплавленного металла с применением дополнительной присадочной проволоки	13
<i>Коберник Н.В., Орлик А.Г., Орлик Г.В., Пономарев О.И.</i> Влияние параметров режима дуговой наплавки с применением порошковой проволоки на формирование наплавленного валика и характеристики шва	16
<i>Смирнов И.В.</i> Влияние параметров подготовки и сборки кромок под сварку на размеры провара корневого шва односторонних соединений при автоматической и механизированной сварке плавящимся электродом в защитном газе	20
<i>Ковтунов А.И., Бочкарев А.Г., Сандер А.А., Белоногов С.О., Зеленцов Е.А.</i> Лазерное легирование алюминиевых сплавов	22
<i>Чигарев В.В., Зареченский Д.А., Анкушин М.М.</i> Особенности применяемых для наплавки порошковых лент	24
<i>Царьков А.В., Гузев Д.М.</i> Сварка трением с перемешиванием: вызовы и решения	26
<i>Слободян М.С., Пестерев Е.А., Марков А.Б.</i> Сравнительный анализ энергетической эффективности лазерной и электронно-лучевой обработки металлических материалов	28
<i>Сударев А.В., Носов А.В., Коновалов А.В.</i> Восстановительная наплавка рабочей поверхности опорно-поворотного устройства крана	30
<i>Курочкина Ю.А., Юдин А.И., Михеев Р.С., Баклыков Д.А.</i> Исследование метода подготовки поверхности кремниевых полупроводниковых пластин для диффузионной сварки	32
<i>Слинко Д.Б., Афанасьев А.В., Чернов В.В., Буренкова Д.М.</i> Влияние режимов наплавки на величину остаточных сварочных напряжений	34

<i>Слинко Д.Б., Ширкин Е.Д., Чернов В.В.</i> Применение электродуговой наплавки при восстановлении «ласточкиного хвоста» бойка молотового штампа на базе предприятия ООО «КСК МК»	37
<i>Зыбин И.Н., Амеличева А.Ю.</i> Анализ возможности применения электроконтактной наварки проволоки (ЭКНП) для восстановления чугуновых и стальных деталей	39
<i>Антонов А.А.</i> Требования к сварочным робототехническим комплексам дуговой сварки	41
<i>Абрамов В.В., Жеглова Ю.Г.</i> Мезомеханика зерна твердого тела в контакте разнородных кристаллических материалов при сварке давлением с нагревом	44
<i>Шекшеев М.А., Михайлицын С.В.</i> Разработка покрытых электродов для сварки высокопрочных низкоуглеродистых, низколегированных сталей	48
<i>Еремин Е.Н., Кузьмин Н.О., Бородихин С.А.</i> Особенности износа металла, наплавленного порошковой проволокой H7X6M2C2TЮ	50
<i>Еремин Е.Н., Тибяев М.С.</i> Особенности ликвации железа при диффузионной сварке биметалла сталь-бронза	53
<i>Шолохов М.А.</i> Научные основы формирования структуры и свойств сварных соединений в зависимости от способа введения тепла в сварочную ванну при дуговой сварке	56
<i>Смирнов И.В.</i> Исследования в области разработки алгоритмов оценки условий реализации процесса дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе на основе непрерывного мониторинга параметров процесса	59
<i>Воробьев В.В., Шевченко В.А.</i> Упрочнение лопастей смесителя формовочной машины наплавкой порошковой лентой	61
<i>Юркин Г.Ю., Козлов Д.Ю.</i> К вопросу об автоматизации процесса счета капель электродного металла	63
<i>Рогачев С.О., Рогалин В.Е., Сундеев Р.В., Хомич Ю.В., Ямщиков В.А., Баженов В.Е.</i> Влияние предварительной деформационной обработки соединяемых диффузионной сваркой материалов на качество биметалла бронза/сталь	66
<i>Советкин Д.Э., Ельцов В.В., Левин М.Н.</i> Влияние длительности периода переменного прямоугольного тока на удельную эффективную мощность сжатой дуги в аргоне при сварке алюминия	68
<i>Митрофанов В.М.</i> Технологические особенности нанесения антикоррозионных покрытий на оборудование атомно-энергетических установок способами наплавки лентой под флюсом	72
<i>Соловьева М.С., Палаткина Л.В., Алексеёнок П.А.</i> Исследование процесса кристаллизации металла сварного шва жаропрочной аустенитной хромоникелькремниевой стали, легированной ниобием	74
<i>Жармухамбетов А.С., Зайцев А.Ю., Палаткина Л.В.</i> Исследование возможности получения неразъемного соединения заготовок, выращенных методом селективного лазерного сплавления из металлопорошковой композиции стали мартенситного класса типа X15N5D4Б	76

<i>Гуркин С.В., Коберник Н.В.</i> Получение функциональных покрытий методом порошковой наплавки	78
<i>Щербаков В.А., Рогачев С.О.</i> Взаимосвязь параметров лазерной сварки и дефектности сварных соединений алюминиевого сплава AlSi10Mg, изготовленного селективным лазерным плавлением	80
<i>Гусев Р.Ю., Михайловский Г.М., Гречнева М.В.</i> Влияние термической обработки на трещинообразование лазерно-наплавленных высокоэнтропийным сплавом Fe–Ni–Co–Cr–В покрытий	82
<i>Мосягин И.А., Ольшанская Т.В.</i> Аддитивное формирование изделий из жаропрочных никелевых сплавов методом порошковой плазменной наплавки	84
<i>Парамонов Б.В.</i> Влияние химического состава сварочной проволоки на санитарно-гигиенические характеристики сварочного аэрозоля при сварке	86
<i>Орлов В.В., Парамонов Б.В., Королёв С.А.</i> Разработка технологии частично механизированной сварки высокопрочных сталей на основе исследований технологической прочности сварных соединений	88
<i>Александров А.А., Мисюров А.И.</i> Оценка возможности аддитивного восстановления деталей и узлов оборудования методом коаксиального лазерного плавления	90
<i>Худяков А.О., Коробов Ю.С.</i> Управление структурой и свойствами переходного слоя в сварных соединениях биметаллических труб	93
<i>Сыромятников А.Д., Паршин С.Г., Майстро А.С.</i> Оборудование и технология для индукционной сварки термопластичных углеродно-армированных композиционных материалов	95
<i>Иванова И.В., Паршин С.Г., Коротеев А.О.</i> Особенности подготовки специалистов сварочного производства в Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого	97
<i>Королев С.А., Розанов Д.С., Сударев А.В., Кругляк Е.А., Сутягин Е.А.</i> Специализированное испытательное оборудование для комплексной оценки свариваемости основных и сварочных материалы	101
<i>Слаутин О.В., Шморзун В.Г., Проничев Д.В., Седов Д.Э.</i> Диффузионные процессы на межслойной границе СКМ АД1+Х20Н80 при жидкофазном взаимодействии	103
<i>Кархин В.А., Крючков Н.С., Матвиенко В.Н.</i> Экспериментальное и численное исследование влияния пульсаций воздушного потока на процесс дуговой металлизации	105
<i>Харламов В.О., Ву Ван А.Н., Кузьмин С.В., Лысак В.И.</i> Изучение закономерностей формирования соединения между медью и алюминием при сварке взрывом	107
<i>Мандров Б.И., Сейдуров М.Н., Платов А.С., Альбрандт В.Ю., Гергерт А.В.</i> Сравнительное исследование потерь металла проволок марки Св-08Г2С и AristoRod 12.50 диаметром 1,2 мм на разбрызгивание при сварке в углекислом газе и в смеси М21	109

<i>Муругов Д.А., Лысак В.И., Савинов А.В., Полесский О.А., Чудин А.А., Красиков П.П.</i> Влияние ультразвуковых колебаний на технологические свойства дуги переменного тока	111
<i>Назарько А.С., Плоmodityяло Р.Л.</i> Обзор результатов исследований переноса металла при дуговой сварке под флюсом	113
<i>Плоmodityяло Р.Л., Назарько А.С.</i> Исследование сварочно-технологических свойств порошковой проволоки, содержащей карбида титана	115
<i>Кузьмин Е.В., Королев М.П., Кузьмин С.В., Лысак В.И.</i> Особенности формирования структуры и свойств многослойного титано-алюминиевого композита при сварке взрывом с воздействием ультразвука	118
<i>Евлямпьев А.В., Курынцев С.В.</i> Исследование влияния поперечных колебаний лазерного луча на размеры и микроструктуру переплавленного металла титанового сплава ВТ 1-0	120
<i>Яруллин А.В., Фарахутдинов Р.А., Еремеева Д.Р., Кузнецов С.В., Курынцев С.В.</i> Диффузионные процессы при сварке медных выводов электрохимической защиты со стальными трубами	122
<i>Селиванов А.С., Спиридонов Н.Г., Мурашкин С.В., Клевцов Г.В.</i> Механизм и характер формирования выработки в волноводах при ультразвуковой сварке армированных стекловолокном полимеров	124
<i>Собачкин А.В., Ситников А.А., Попова А.А., Собачкин А.В., Очаковский Я.В.</i> Перспективы использования СВС-механокомпозитов для формирования покрытий методами электродуговой наплавки и детонационно-газового напыления	126
<i>Санников И.И., Голиков Н.И.</i> Влияние температуры сварки на структуру и механические свойства сварных соединений стали 10ХСНД	128
<i>Мурзин И.С., Щёткин А.И., Абалымов Д.В., Груздан В.А.</i> Повышение эффективности автоматизированной дуговой сварки кольцевых швов труб с применением SCADA и ПЛК	131
<i>Коберник Н.В., Панкратов А.С., Андриянов Ю.В., Михайлова Ю.А.</i> Применения высокоэнергетической обработки компонентов сварочных (наплавочных) материалов с целью повышения функциональных свойств эксплуатируемых изделий	133
<i>Уткин И.Ю., Капустин О.Е., Зайцева А.А.</i> Определение допустимых скоростей охлаждения металла при различных способах сварки перспективной высокопрочной стали для магистральных газопроводов	135
<i>Ефименко Л.А., Рамусь А.А., Уткин И.Ю.</i> Факторы структурообразования в обеспечении равноправности сварных соединений при сооружении магистральных газопроводов высокого давления	137
<i>Иксанов Р.Р., Рябов Д.А., Хлыбов А.А.</i> Исследование коррозионной стойкости образцов из стали 12Х18Н10Т, полученных методом селективного лазерного плавления	139
<i>Шабловский А.В., Якубович Д.И.</i> Анализ воздействия мелкодисперсного порошка на основе карбида кремния на микроструктуру сварного шва	141
<i>Ломакин И.А., Шиганов И.Н., Холопов А.А.</i> Новая технология послойного выращивания композиционного материала железо — медь	144

<i>Куам Куичеу Д., Курушкин Д.В., Панченко Е.В., Замоздра М.Ю., Бубников С.Н., Наумов А.А., Панченко О.В.</i> Структура и свойства сплавов АМГ5, полученных электродуговым выращиванием с послойной обработки трением с перемешиванием	148
<i>Бубников С.Н., Кладов И.В., Чолокиди М.А., Новоселов А.Д.</i> Применение технологии электродуговой наплавки при печати изделий из низколегированных высокопрочных сталей	150
<i>Елсуков С.К., Зорин И.В., Несин Д.С., Лысак В.И.</i> Перспективы применения импульсного тока для двухэлектродной наплавки плакирующих слоев и покрытий	153
<i>Замоздра М.Ю., Панченко О.В., Наумов А.А., Панченко Е.В., Изюрьев А.Ю.</i> Исследование механических свойств и структурообразования магниевого сплава МА2 (AZ31В) в процессе сварки трением с перемешиванием	155
<i>Сыромятников А.Д., Паришин С.Г., Майстро А.С.</i> Разработка конструкции индуктора для индукционной сварки термопластичных углеродно-армированных композиционных материалов	157
<i>Фетисова Е.А., Коротеев А.О.</i> Оценка экономической эффективности применения технологии дуговой сварки с модификацией защитной газовой атмосферы $Ar + CO_2$ галогенидным соединением SF_6	160
<i>Фетисова Е.А., Коротеев А.О., Куликов В.П., Иванова И.В.</i> Особенности подготовки инженерных кадров сварочного производства в системе высшего образования Республики Беларусь	163
<i>Вострецов Г.Н., Вострецова Т.Г., Петров Д.В.</i> Структура зоны термического влияния при плазменной наплавке теплоустойчивых инструментальных сталей	166
<i>Соболева Н.Н., Березовский А.В., Шолохов М.А., Балин А.Н.</i> Новые азотсодержащие порошковые проволоки для сварки дуплексных сталей	169
<i>Лаврентьев А.Ю., Дождевлев А.М., Какорин Д.Д., Раткевич Е.А.</i> Полимерные материалы для 3D-печати изделий с особыми свойствами — опыт применения	171
<i>Лаврентьев А.Ю., Антонов Р.М., Какорин Д.Д., Дождевлев А.М., Раткевич Е.А.</i> Управление толщиной стенок металлических изделий, полученных многослойной электродуговой наплавкой стальной проволокой	174
<i>Микуленко А.Д., Орехов А.М., Панченко О.В.</i> Механические свойства гибридного соединения металл-полимер, полученного технологией прямой печати AddJoining	176
<i>Панченко Е.В., Наумов А.А., Панченко О.В., Замоздра М.Ю., Изюрьев А.Ю.</i> Исследование разупрочнения сварочных соединений при сварке трением с перемешиванием термоупрочняемых алюминиевых сплавов в комбинированных нахлесточно-стыковых соединениях	179
<i>Гордынец А.С., Киселев А.С., Скрипко С.И.</i> Особенности начальной пространственной стабилизации дугового разряда при сварке вольфрамовым электродом в среде аргона	181
<i>Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н.</i> Применение лазерного излучения в современных процессах сварки и родственных технологиях	183

<i>Григорьянц А.Г., Елизаветский К.С.</i> Изготовление ортопедических протезов методом селективного лазерного плавления из порошковых сплавов титана и алюминия	185
<i>Григорьянц А.Г., Олегин М.О.</i> Селективное лазерное плавление с применением мультिलाзерных систем	187
Секция 2. Диагностика и контроль качества изделий	189
<i>Кувшинников В.С., Ковшов Е.Е., Сударев А.В.</i> Симуляция операций радиационного неразрушающего контроля сварных соединений	191
<i>Панков В.В.</i> Способ фазово-когерентной визуализации при ультразвуковом контроле с применением решеток	193
<i>Щипаков Н.А., Ворыханов А.В.</i> Основные тенденции в области ультразвукового контроля изделий аддитивного производства	195
<i>Крысько Н.В., Шевченко А.В.</i> Использование методов машинного и глубокого обучения для обработки и анализа секторных сканов ультразвукового неразрушающего контроля	198
<i>Сысоев А.А., Могильнер Л.Ю.</i> Оценка возможностей ультразвукового спектрального метода для диагностики термического старения стали	200
<i>Ушнурцев М.В., Ромашкин С.В.</i> Роботизированный ультразвуковой контроль криволинейных сварных соединений	202
<i>Цуканов М.В., Данилов В.Н., Разыграев Н.П., Разыграев А.Н., Иванченко К.Д., Михайлов И.В.</i> Исследование выявляемости плоскодонных отражателей при ультразвуковом контроле изделий через аустенитную наплавку	206
<i>Иванченко К.Д., Мелешко Н.В., Жуков А.Д.</i> Определение геометрических параметров отражателей на основе акустических изображений	209
<i>Ефимов А.Г., Бакунов А.С.</i> Обнаружение непроектных материалов в сварных соединениях аустенитных нержавеющей сталей	211
<i>Никитина О.А., Кленин В.Л., Котовщиков И.О.</i> Оценка подходов к обработке изображений при капиллярном контроле металлических изделий	213
<i>Аверкин С.Н.</i> Обеспечение единых подходов при подготовке технологической документации по неразрушающему контролю продукции железнодорожного назначения	216
<i>Бондарчук К.А., Дымкин Г.Я.</i> Автоматизированный ультразвуковой контроль фасонного и сортового металлопроката поверхностными волнами	218
<i>Будадин О.Н., Анискович В.А., Козельская С.О., Рыков А.Н.</i> Современные технологии контроля и диагностики качества композитных материалов и конструкций	220
<i>Крысько Н.В., Кусый А.Г.</i> Анализ результатов ультразвукового и радиационного контроля сварных швов с применением машинного обучения без учителя	222
<i>Капустин В.И., Михайлова Н.Л., Григорченко С.А., Зубарев А.С.</i> Повышение эффективности идентификации изображений дефектов АПК «КАРС» при компьютерной расшифровке радиографических изображений	224
<i>Мясников Д.В., Хлыбов А.А.</i> Применение локальных нейросетевых моделей для прогнозирования усталостной долговечности изделий аддитивного производства	226

<i>Мирошников В.В., Гречишкина Н.В., Дикий Р.А.</i> Магнитный контроль действующих промышленных объектов	229
<i>Мирошников В.В., Гречишкина Н.В., Неделько А.А.</i> Идентификация дефектов при вихретоковом контроле протяженных объектов	231
<i>Громов А.Ф.</i> Повышение эффективности эксплуатационного контроля околошовных зон сварных соединений трубопроводов конденсатно-питательного тракта энергоблоков АЭС	233
<i>Герасимов Д.М., Краснов И.С., Бойчук А.С.</i> Оценка дефектности заготовок из гранулируемых никелевых жаропрочных сплавов для вероятностного расчета риска разрушения дисков газотурбинных двигателей в эксплуатации	235
<i>Счастливец А.Б., Кононов Г.М., Тимофеев К.Р.</i> Исследование акустико-эмиссионных свойств мостовых алюминиевых сплавов	238
<i>Кутюрин В.Ю., Камалеева А.А., Федотов М.Ю., Будадин О.Н.</i> Калибровка ВБР для измерения деформаций конструкций из композитов в изменяющихся температурных условиях	240
<i>Урюпин Д.Ю., Перковский Р.А., Могильнер Л.Ю.</i> Автоматизированный оптический контроль сварных соединений в роботизированных комплексах: сенсорные ограничения и обработка данных в условиях сварочного производства	243
<i>Чертищев В.Ю., Стрижак В.А.</i> Определение эквивалентных размеров локальных дефектов в трубопроводах акустическими методами с эффектами волноводного распространения	245
<i>Соловьев В.Н., Буранов А.М., Степанова А.В., Москвичева И.С.</i> Проблемы подготовки специалистов по программам дополнительного профессионального образования — практика методов неразрушающего контроля	248
<i>Ощепков А.А., Ощепкова М.Е., Жумаканов Р.Д., Жумаканова Я.М., Васильев А.И.</i> Контроль качества неразрушающими методами заводских сварных соединений щековой дробилки	252
<i>Мищук Л.Н., Щербакова А.О.</i> Цветное травление сварного соединения термоупрочняемого алюминиевого сплава	254
<i>Гримова А.П., Осияненко Н.В., Косарина Е.И.</i> Сенситометрические и структурометрические характеристики радиографических пленок. Средства их определения	256
<i>Мищук Л.Н., Щербакова А.О.</i> Цветное травление сварного соединения термонеупрочняемого алюминиевого сплава	258
<i>Осияненко Н.В., Демидов А.А.</i> Применение систем с матричными цифровыми детекторами для контроля отливок и деталей, изготовленных методом аддитивных технологий	260
<i>Лопин М.В.</i> Применение магнитных методов для определения фазового состава биметаллического соединения «углеродистая сталь – аустенитная нержавеющая сталь»	262
<i>Зубарев А.С.</i> Применение инструментов управления качеством для анализа причин возникновения типовых дефектов настроечных образцов с различными искусственным отражателями	264

<i>Абабков Н.В., Смирнов А.Н., Пимонов М.В.</i> Повышение качества изготовления прямошовных сварных труб для жилищно-коммунального хозяйства	266
<i>Гебеш А.В., Мельникова М.А., Середина В.А., Михайлова А.В., Фунтиков В.А., Мельников Д.М.</i> Особенности шероховатости деталей, полученных селективным лазерным плавлением, и анализ методов ее снижения	268
Секция 3. Расчетные методы в задачах сварки и диагностики и контроля качества сварных соединений	271
<i>Королев С.А., Быховец М.В.</i> Разработка технологии многопроходной сварки толстостенного соединения на основе многокритериальной оптимизации при помощи эволюционного алгоритма	273
<i>Счастливцев А.Б., Кононов Г.М.</i> Алгоритм конечно-элементного анализа напряженно-деформированного состояния сосуда давления в экспертизе промышленной безопасности	275
<i>Зорин А.А., Рыбин О.А., Воронов В.А.</i> Цифровой двойник магистрального газопровода для оценки работоспособности сварных соединений	277
<i>Воронов В.А., Рыбин О.А., Сясько В.А.</i> Интегрированная система оценки технического состояния криогенного оборудования на основе динамической цифровой модели	280
<i>Лаврентьев А.Ю., Какорин Д.Д., Марголис Б.И.</i> Разработка технологического процесса аддитивного производства с программной оптимизацией температурно-временного режима	284
<i>Ильенко Н.И., Коновалов А.В.</i> Расчет температурного поля при лазерной сварке с поперечными колебаниями луча	286
<i>Федосенко Т.А., Носов А.В., Коновалов А.В.</i> Расчетное определение параметров режима подогрева дополнительной присадки	288
<i>Рассказова А.А., Михеев Р.С., Коновалов А.В.</i> Расчет температуры в зоне контакта при фрикционной наплавке	290
<i>Ольшанская Т.В., Федосеева Е.М.</i> Построение диаграмм распада аустенита при непрерывном охлаждении (ССТ) с помощью программы JMatPro для анализа микроструктуры сварных швов	292
<i>Макаров Г.И., Фомин Р.С.</i> Оценка статической трещиностойкости магистральных трубопроводов из сварных труб класса прочности К65 при отрицательных температурах	294
<i>Хисматуллин М.Р., Ефименко Л.А.</i> Прогнозирование структуры и свойств металла околошовной зоны высокопрочных трубных сталей с использованием машинного обучения	296
<i>Фу Чжиш.</i> Регрессионные модели бейнитного превращения легированных сталей	299
<i>Никифоров Р.В., Галимов В.Р., Дусматова Е.Н.</i> Разработка математической модели нагрева при импульсно-дуговой MIG-сварке соединений никелевых сплавов с учетом тепломассопереноса	302
<i>Куркин А.С.</i> Моделирование структурных превращений легированных сталей	305
<i>Котельников А.В., Ольшанская Т.В.</i> Моделирование формирования изделий из жаропрочных никелевых сплавов методом дуговой наплавки	307

<i>Жилин П.Л., Мелюков В.В., Хохолков А.О., Мельниченко О.П.</i> Моделирование теплового процесса в присадочной проволоке с учетом подогрева ее током и скорости подачи	309
<i>Розанов Д.С.</i> Комплексная методика оценки воздействия водорода на сварное соединение	311
<i>Королев С.А., Цирков П.А., Орлов В.К.</i> Разработка технологической пробы для экспресс-оценки условий работы наплавленного слоя ролика машины непрерывного литья заготовок на основе математического моделирования напряженно-деформированного состояния	313
<i>Кархин В.А., Левченко А.М., Тишков М.К., Паршин С.Г., Антипов И.С.</i> Диффузионный водород — основной фактор образования холодных трещин при сварке высокопрочных сталей	315
<i>Курынцев С.В., Евлампьев А.В.</i> Численное моделирование влияния смещения лазерного луча на распространение теплового поля при сварке меди и стали встык	317

Научное издание

Сварка и диагностика

II Всероссийская научно-техническая конференция
имени академика РАН Н.П. Алешина
(с международным участием)

(Москва, 22–24 апреля 2026 года)

Сборник тезисов

Художник *Э.Ш. Мурадова*
Компьютерная верстка *С.А. Серебряковой*

Оригинал-макет подготовлен
в Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В оформлении использованы шрифты
Студии Артемия Лебедева.

Подписано в печать 06.04.2026. Формат 70×100/16.
Усл. печ. л. 26,65. Тираж 150 экз.

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.
press@bmstu.ru
<https://press.bmstu.ru>

Отпечатано в типографии МГТУ им. Н.Э. Баумана.
105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, стр. 1.