



**Тезисы докладов
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
«Сварка в России 2019: Современное
состояние и перспективы».**

3-7 сентября 2019 года, г. Томск, Россия

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт физики прочности и материаловедения
Сибирского отделения Российской академии наук**

**СВАРКА В РОССИИ – 2019:
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ»
ПОСВЯЩАЕТСЯ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Б.Е. ПАТОНА**

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ
Международной конференции
<http://www.wr2019.ispms.ru>**

3 -7 сентября 2019 года

г. Томск – 2019

УДК 621.791.

Тезисы докладов Международной конференции «СВАРКА В РОССИИ – 2019: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ». ПОСВЯЩЕНА 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Б.Е. ПАТОНА / Под редакцией д.т.н., профессора Сараева Ю.Н. - Томск, 3-7 сентября 2019 года – 262 с.

В сборнике докладов, для обсуждения, представлен широкий спектр научно-технических вопросов, в том числе создания нового класса материалов, предназначенных для производства и ремонта высокоответственных конструкций, техники специального назначения, эксплуатируемых в условиях экстремальных нагрузок и естественно низких климатических температур Крайнего Севера и Арктики, нового поколения сварочного оборудования и инновационных технологий монтажа и ремонта. Большое внимание в докладах уделено вопросам надежности конструкций и техники при её эксплуатации в условиях низких климатических температур.

Материалы сборника докладов могут представлять интерес для широкого круга специалистов в области современного физического материаловедения, гидродинамики, химии и механики деформируемого твердого тела, надежности и техногенной безопасности, вопросов управления быстропротекающими процессами формирования неразъемных соединений при создании конструкций ответственного назначения.

Редактор сборника Материалов конференции,
Профессор, доктор технических наук Юрий Сараев.
Институт физики прочности и материаловедения
litsin@ispms.tsc.ru

Редакционная коллегия предупреждает, что за содержание представленной информации ответственность несут авторы докладов.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке Министерства науки и образования Российской Федерации:

Соглашение № 075-02-2019-1515 от 14.06.2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРВИЧНОЙ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ Абдурахманов Р.У.....	17
ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОДНЫХ ПОКРЫТИЙ Абдурахманова А.Р.....	20
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОДАМИ ПРИ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ МИКРОСВАРКЕ Акболатов Е.Ж., Слободян М.С., Киселев А.С., Коровиков А.Г.....	22
THE EFFECT OF PRELOADING AND THE TIME OF THE ONSET OF A THERMAL EXPLOSION IN A POWDER SYSTEM ON THE PARAMETERS OF HIGH-TEMPERATURE SYNTHESIS OF INTERMETALLIC COMPOUND Ni_3Al Akimov K.O., Ovcharenko V.E., Boyangin E.N., Kutenkov V.O., Figurko M.G.....	24
АБРАЗИВНАЯ И КАВИТАЦИОННАЯ СТОЙКОСТЬ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ ИЗ СТАЛЕЙ 06X19H9T И FE-CR-TI-AL Алван Х.Л., Коробов Ю.С., Бессонов Н.О., Смоленцев М.С., Лежнин Н.В., Разиков Н.М., Разиков М.....	26
BEHAVIOR OF A WELDED-DEPOSITED STAINLESS STEEL TESTED AT DIFFERENT CAVITATION TEST CONDITIONS Alwan H.L., Korobov Yu.S., Soboleva N.N., Lezhnin N.V., Makarov A.V., Deviatiarov M.S., Elkind D.M.....	30
COMPARISON OF THE RESISTANCE TO CAVITATION AND ABRASIVE WEAR OF DEPOSITED LAYERS PREPARED FROM STEELS 06X19H9T AND FE-CR-TI-AL Alwan H.L., Korobov Yu.S., Bessonov N.O., Smolentsev M.S., Lezhnin N.V., Razikov N.M., Razikov M.....	32
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЮ ХОЛОДНЫХ ТРЕЩИН ЗА СЧЕТ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЧНОСТИ СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ Алрухайми А.Г., Иванов М.А.....	34
USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY FOR MODELING AND OPTIMIZING THE MAXIMUM TENSILE STRENGTH IN FRICTION STIR WELDING- COMPREHENSIVE STUDY RAHEEM Al-Sabur R., Slobodyan M.S.....	35
ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПЛАЗМЕННЫХ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ Анахов С.В., Матушкин А.В., Пыкин Ю.А.....	36
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЧИСТОВОЙ РЕЗКИ НОВЫМИ ПЛАЗМАТРОНАМИ Анахов С.В., Пугачева Н.Б., Гузанов Б.Н., Быкова Т.М.....	38
ОПЫТ СВАРКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ И УСТРОЙСТВ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ Андреев С.А., Табакин Е.М., Каплин А.В.....	40

О МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ И МЕТОДИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ АБРАЗИВНОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ИЗНАШИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ Ан И-Кан, Вольф Э.Л., Сараев Ю.Н., Швеи А.С.....	42
ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ МЕХАНИЗМОВ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ С ВЫСОКОЙ КОНЦЕНТРАЦИЕЙ АТОМОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА Астафурова Е.Г., Астафуров С.В., Майер Г.Г., Тумбусова И.А.....	44
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ Афанасьев Н.Ю.....	45
ИМПУЛЬСНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА СПЛАВА ZR-1%Nb Балашова К.А., Скрипко С.И., Слободян М.С.....	46
ИССЛЕДОВАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ПРИ ПЛАЗМЕННО-ПОРОШКОВОЙ НАПЛАВКЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ Бартенев И.А.....	47
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ ЛЕЖАЧИМ ЭЛЕКТРОДОМ С ЛЕГИРУЮЩЕЙ Fe-Mn ШИХТОЙ Бартенев И.А.....	49
ВЫБОР ТОЛЩИНЫ СВАРНОГО ШВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ СТЫКОВЫХ И УГЛОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ Бендик Т.И.....	51
ОЦЕНКА РИСКА - КЛЮЧ К СОЗДАНИЮ БЕЗОПАСНОГО РАБОЧЕГО МЕСТА В ТИТАНОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Бондаренко Ю.К., Логинова Ю.В., Ковальчук О.В., Артюх К.О.....	54
МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА ЭЛЕМЕНТОВ ВОЛНОВОДНОЙ СБОРКИ Бочарова О.А., Тынченко В.С., Мурыгин А.В., Бочаров А.Н., Орешенко Т.Г.....	57
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ НАГРЕВА НА ДИНАМИКУ СИНТЕЗА КОМПОЗИТОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОМ РЕАКТОРЕ Букрина Н.В., Князева А.Г.....	59
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ ВСТАВКИ ИЗ ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ, СФОРМИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКОЙ, ДЛЯ СВАРКИ ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛЕЙ Э76 И 110Г13Л Буренкова Т.А., Любар А.С., Федорино А.С., Никулина А.А., Рашковец М.В.....	61
ПРОБЛЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МАТЕРИАЛА ПРИ АДДИТИВНОМ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ Буров В.Г., Огнева Т.С., Дульбеева О.Н.....	63
ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ НА ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ	

Бушуева Е.Г., Сапина А.Ф., Батаев В.А.....	64
ВЛИЯНИЕ СМЕЩЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА НА РОСТ ИНТЕРМЕТАЛЛИДНОГО СЛОЯ ПРИ СВАРКЕ ТИТАНОВЫХ И АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ	
Витошкин И.Е., Никулина А.А., Маликов А.Г.....	66
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Владимиров А.В., Травкин П.А.....	68
МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ СТАЛИ 09Г2С, ДОБАВЛЕНИЕМ ЛЕГИРУЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ И КОМПОЗИЦИОННОГО ПОРОШКА С НАНОДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ КАРБОНИТРИДА ТИТАНА	
Гальченко Н.К., Самарцев В.П., Колесникова К.А., Власов И.В., Панин С.В., Яковлев А.В.....	70
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ	
Герасимов А.И., Данзанова Е.В., Ботвин Г.В., Шишигина А.С.....	72
ВЛИЯНИЯ СОЕДИНЕНИЙ ЛИТИЯ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЛЮСОВ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПАЙКИ АЛЮМИНИЯ	
Герасимов Е.А., Жилин П.В.....	74
ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ ТРЕНИЕМ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНО-ГРАДИЕНТНЫХ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИЙ ТРИБОТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ	
Глуховской С.В., Михеев Р.С., Коберник Н.В.....	75
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ НИЗКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ ПРИ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКЕ В УСЛОВИЯХ НИЗКИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР ОКРУЖАЮЩЕГО ВОЗДУХА	
Голиков Н.И., Максимова Е.М., Сараев Ю.Н.....	76
ИССЛЕДОВАНИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ ПРИ СВАРКЕ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР	
Голиков Н.И., Сидоров М.М.....	78
СПОСОБ УПРОЧНЕНИЯ ИЗНОШЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНИКИ МЕТОДОМ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ	
Голиков Н.И., Сидоров М.М., Сараев Ю.Н	80
МЕТОДИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Голиков Н.И., Сидоров М.М., Сараев Ю.Н., Тихонов Р.П., Литвинцев Н.М., Семенов С.В.....	82
ВЛИЯНИЕ МЕТАЛЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПАРАМЕТРЫ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ	

Гончаров Н.Г., Зорин Е.Е., Юшин А.А., Пономарёв П.А.....	83
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СТРУКТУРНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАЗНОРОДНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛЕЙ 20 И 12Х18Н10Т	
Гончаров А.Л., Марченков А.Ю., Терентьев Е.В., Жмурко И.Е., Слива А.П.....	84
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТЕРМОЭДС КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ СТРУКТУРНЫХ КЛАССОВ	
Гончаров А.Л., Чулкова А.В., Родякина Р.В., Драгунов В.К., Чулков И.С.....	86
УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ ИМПУЛЬСА ТОКА ПРИ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ НЕПЛАВЯЩИМСЯ ЭЛЕКТРОДОМ	
Гордынец А.С., Киселев А.С., Скрипко С.И.....	87
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО НАГРУЖЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ	
Гридасова Е.А.....	88
МНОГОКОМПОНЕНТНЫЕ НАПЛАВКИ ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ, ПОЛУЧАЕМЫЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕЖИМА ИМПУЛЬСНОГО ГОРЕНИЯ ДУГИ	
Гриняев К.В., Дитенберг И.А., Князьков А.Ф., Гаврилин А.Н., Корчагин М.А., Князьков С.А., Смирнов И.В.....	90
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ НАПЛАВКИ ПРОВОЛОКИ ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ АДДИТИВНОМ ФОРМООБРАЗОВАНИИ	
Гуденко А.В., Слива А.П., Щербakov А.В., Драгунов В.К., Горячкина М.В.....	91
ОСОБЕННОСТИ НАПРАВЛЕННОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАТЕРИАЛА ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОМ АДДИТИВНОМ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ	
Гусарова А.В., Чумаевский А.В., Гурьянов Д.А., Калашников К.Н., Калашникова Т.А.....	92
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК СИСТЕМЫ Fe–C–Si–Mn–Cr–Ni–Mo	
Гусев А.И., Осетковский И.В., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е.....	93
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗОН УСТОЙЧИВОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ ДЕФОРМАЦИИ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ КОНСТРУКЦИОННЫХ СТАЛЕЙ	
Данилов В.И., Абабков Н.В.....	96
МЕТОДИКА ИСПЫТАНИЯ НА СОПРОТИВЛЯЕМОСТЬ ОБРАЗОВАНИЮ ХОЛОДНЫХ ТРЕЩИН НА МОДИФИЦИРОВАННОЙ ПРОБЕ ТЕККЕН	
Дербенев Д.И., Иванов М.А.....	97
НОВЫЕ ПОДХОДЫ К РАЦИОНАЛЬНОМУ ПОСТРОЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛС	

Драгунов В.К., Гончаров А.Л.....	99
ОСОБЕННОСТИ НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РАБОЧИЕ ОРГАНЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	
Евлампов В.Н., Жилин П.Л., Кошурина А.А., Углов Н.С.....	100
ПОЛУЧЕНИЕ БИМЕТАЛЛОВ АЛЮМИНИЙ-СТАЛЬ СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ	
Елисеев А.А., Рубцов В.Е., Калашникова Т.А.....	101
УПРОЧНЕНИЕ КАРБИДОМ БОРА ВЫСОКОХРОМИСТОЙ СТАЛИ, ПОЛУЧЕННОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ	
Еремин Е.Н., Лосев А.С., Пономарев И.А., Бородихин С.А., Маталасова А.Е...	102
ОСОБЕННОСТИ СВАРИВАЕМОСТИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ НЕФТЕГАЗОПРОВОДОВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В СЕВЕРНЫХ РЕГИОНАХ	
Ефименко Л.А., Рамусь А.А., Уткин И.Ю.....	104
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ТРУБНОЙ СТАЛИ КЛАССА ПРОЧНОСТИ К60 НА ХЛАДОСТОЙКОСТЬ СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ	
Жарков С.В., Степанов П.П., Кархин В.А.....	105
ОСОБЕННОСТИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ СВАРКИ И НАПЛАВКИ С ПОДОГРЕВОМ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ	
Жилин П.Л., Герасимов Е.А.....	107
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЁННОГО СОСТОЯНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОЭРЦИТИМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	
Зайцев Н.Л.....	109
К ВОПРОСУ ОБРАЗОВАНИЯ СТРЕСС-КОРРОЗИОННЫХ ТРЕЩИН В ТРУБОПРОВОДАХ	
Зайцев Н.Л., Сильвестров С.А.....	111
К ВОПРОСУ ВЫБОРА КРИТЕРИЯ ЛОКАЛЬНОГО РАЗРУШЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ХРУПКОЙ ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ТРЕЩИНОПОДОБНЫМИ ДЕФЕКТАМИ	
Зайцев Н.Л.	113
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ, СФОРМИРОВАННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ НАПЛАВКИ РЕЛЯТИВИСТСКИМИ ЭЛЕКТРОННЫМИ ПУЧКАМИ	
Зимоглядова Т.А., Егорова А.С., Гусева В.С.....	115
О ПЛАНОВО-ВЫСОТНОМ ПОЛОЖЕНИИ ППМГ «ХАТАССЫ-ПАВЛОВСК» ЧЕРЕЗ Р. ЛЕНА И ВЛИЯНИЕ РУСЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ	
Иванов Д.С., Аммосов Г.С., Корнилова З.Г.....	117

ИННОВАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СУДОКОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ Иванов М.А., Тиньгаев А.К., Альрухайми А.Г.....	119
ОСОБЕННОСТИ РАЗРУШЕНИЯ АНТИФРИКЦИОННОЙ БРОНЗЫ С ЛЕГКОПЛАВКОЙ ФАЗОЙ Иванов Н.В., Петров Р.Ю.....	121
ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА СТАЛИ И СПЛАВОВ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ Игнатов А.Г.....	123
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА И ФОРМЫ РАБОЧЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ФОРМИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ И СВОЙСТВ НАХЛЕСТОЧНОГО СВАРНОГО СОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ВЫПОЛНЕННОГО СВАРКОЙ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ Ильющенко А.Ф., Радченко А.А., Бубен Д.В., Шевцов А.И.....	126
ОРБИТАЛЬНАЯ СВАРКА ТРУБОПРОВОДОВ В ИЗДЕЛИЯХ РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ Илюшкин В.Ю.....	127
ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ОБРАЗЦОВ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6, ПОЛУЧЕННЫХ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫМ МЕТОДОМ Калашников К.Н., Чумаевский А.В., Утяганова В., Калашникова Т.А.....	128
FRICION STIR WELDING OF Al-Mg-Si SHEETS BY TOOL WITH SEMI- SPHERICAL PIN Kalinenko A., Vysotskiy I., Malopheyev S., Mironov S., Kaibyshev R.....	129
TENSILE BEHAVIOR OF FRICTION-STIR WELDED Al-Mg-Si ALLOY Kalinenko A., Vysotskiy I., Malopheyev S., Mironov S., Kaibyshev R.....	129
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ РОСТА ИНТЕРМЕТАЛЛИДНЫХ ПРОСЛОЕК В КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ НА ОСНОВЕ НИКЕЛЯ И АЛЮМИНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ СВАРКОЙ ВЗРЫВОМ Карманова А.Е., Гирш А.В., Кучумова И.Д., Огнева Т.С.....	130
ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ И СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ХЛАДОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ ARC КЛАССА Карпов И.Г., Мельников П.В., Кашченко Д.А.....	132
СОВРЕМЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДЛЯ КОНТАКТНОЙ МИКРОСВАРКИ Киселев А.С., Гордынец А.С.....	135
МЕТОДИКА РАСЧЕТА СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ СРЕДНИХ ТОЛЩИН Козырев Е.В., Иванов М.А.....	136
ПРИМЕНЕНИЕ МЯГКИХ СВАРНЫХ ШВОВ В СУДОКОРПУСНЫХ	

КОНСТРУКЦИЯХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ РИСКА ОБРАЗОВАНИЯ ХОЛОДНЫХ ТРЕЩИН	
Козырев Е.В., Штальман А.В., Олейничук В.И., Фролов М.А.....	137
ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ ФЕРРОХРОМА	
Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Прудников А.Н., Белов Д.Е.....	139
МОНИТОРИНГ ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ППМГ ЧЕРЕЗ Р. ЛЕНА МЕТОДОМ ПРОФИЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ	
Корнилова З.Г., Яковлев Ю.А., Антонов А.А.....	141
К 30-ЛЕТИЮ ООО "КОМПОЗИТ" - ПЕРВОГО НА УРАЛЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ И УПРОЧНЕНИЮ ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Коротков В.А.....	143
ШАДРИНСКИЙ ЭЛЕКТРОДНЫЙ ЗАВОД. ПРОИЗВОДИТЕЛЬ САРОЧНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ	
Корчанов А.Н.....	146
ОБОРУДОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ И ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ	
Кочергин С.А.....	147
ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ TIG СВАРКИ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКОСТЕННЫХ ТРУБОПРОВОДНЫХ СИСТЕМ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ	
Кравченко А.С.....	148
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА АРГОННО-ДУГОВОЙ СВАРКИ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ТОНКОЛИСТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ	
Кравченко А.С.....	149
РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ФОРМАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ И СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	
Крекулева Р.А., Сараев Ю.Н., Семенчук В.М., Черепанов Р.О., Безгинов Р.О.....	152
ЦИФРОВАЯ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СВАРКЕ ТРУБ МАЛОГО ДИАМЕТРА	
Крекулева Р.А., Сараев Ю.Н., Семенчук В.М., Черепанов Р.О., Безгинов Р.О.....	153
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НАПЛАВЛЕННОГО КОМПОЗИТА НА МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПРИ ИСПЫТАНИИ НА ИЗГИБ	
Крылова Т.А., Чумаков Ю.А.....	154
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СВАРОЧНЫХ И НАПЛАВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	

Крюков Р.Е.....	156
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ПОСЛОЙНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ НА ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СЛОЯ	
Кузнецов М.А., Крампит М.А., Крампит А.Г., Зеленковский А.А.....	158
АНАЛИТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛОТНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ПО ПЯТНУ НАГРЕВА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ	
Курашкин С.О., Лаптенко В.Д., Мурыгин А.В., Серегин Ю.Н.....	160
ИССЛЕДОВАНИЯ СВАРНЫХ ШВОВ ТИТАНОВЫХ ПЛАСТИН В МИКРО- И СУБМИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЯХ МЕТОДОМ КОРРЕЛЯЦИИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	
Курган К.А., Устинов А.М., Безухов К.А., Клопотов А.А., Власов Ю.А., Абзаев Ю.А., Потекаев.....	162
РИСК-АНАЛИЗ ХРУПКИХ РАЗРУШЕНИЙ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	
Лепихин А.М., Чернякова Н.А.....	163
РЕНТГЕНОВСКАЯ ТОМОГРАФИЯ СВАРНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	
Лихачев А.В., Кийченко Т.С., Лихачев Н.А.....	164
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ВОСТОЧНОГО КАЗАХСТАНА ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОДОВ С ОСНОВНЫМ ПОКРЫТИЕМ	
Лопухов Ю.И., Даумова Г.К., Бочени В.И.....	166
ДВУХСЛОЙНОЕ ПОКРЫТИЕ В ЭЛЕКТРОДАХ УОНИ 13/ 55	
Лопухов Ю.И., Даумова Г.К.....	168
ЛАЗЕРНОЕ ТЕРМОУПРОЧНИЕНИЕ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЧУГУННЫХ ДЕТАЛЕЙ ДВС	
Люхтер А.Б., Печников И.С., Гоц А.Н.....	170
ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ СТАЛИ ЧС-82	
Люхтер А.Б., Палкин П.А., Ильин В.А.....	172
ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАПЛАВЛЕННЫХ СЛОЕВ ИЗ ПОРОШКА ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ ИЗЛУЧЕНИЕМ ИТТЕРБИЕВОГО ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА	
Люхтер А.Б., Палкин П.А., Завитков А.В.....	173
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ДЛЯ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ	
Люшинский А.В., Баранов А.А.....	174
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО СОСТАВА ВЫСКОПРОЧНЫХ ЛАЗЕРНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1420	
Маликов А.Г., Оришич А.М., Карпов Е.В.....	175

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПОКРЫТИЙ Ti-AL-CR, ПОЛУЧЕННЫХ ВНЕВАКУУМНОЙ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКОЙ	177
Матц О.Э., Лазуренко Д.В., Кузьмин Р.И., Рашковец М.В., Чучкова Л.В.....	
АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЯ КИНЕТИКИ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОГО РАЗРУШЕНИЯ В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ ОБОРУДОВАНИЯ С УЧЕТОМ КРИОГЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР	178
Махутов Н.А., Макаренко И.В., Макаренко Л.В.....	
МЕТОДИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В СВАРНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ КОНСТРУКЦИЙ	179
Махутов Н.А., Одинцев И.Н., Иноземцев В.В., Плугатарь Т.П., Счастливец А.Б.....	
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	180
Медведев С.В.....	
ВЛИЯНИЕ АЗОТА НА СТРУКТУРУ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И СВОЙСТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ СТАЛИ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА	183
Мейстер Р.А., Токмин А.М., Падар В.А.....	
ТЕХНОЛОГИЯ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАСОЧНОЙ ДВУХЛУЧЕВОЙ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ	185
Мельников Д.М.....	
ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА НА ОСНОВЕ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ СИЛИКОМАНГАНА	186
Михно А.Р., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А., Попова М.В.....	
РАЗРАБОТКА НОВЫХ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	187
Михно А.Р., Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Козырева О.А.....	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ОБЛУЧЕНИЯ МОЩНЫМ ИМПУЛЬСНЫМ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ	189
Мкртычев О.В.....	
РЕСУРСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	190
Москвичев В.В.....	
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЗОНЫ ТЕРМИЧЕСКОГО ВЛИЯНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПЛАКИРОВАННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ	191
Мурашов Н.А., Пономаренко Д.В., Деркач А.П.....	

СООТНОШЕНИЕ ЭНЕРГИЙ СИЛОВОГО И ТЕПЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ КОНДЕНСАТОРНОЙ СВАРКЕ С ИНДУКЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКИМ НАГРУЖЕНИЕМ	
Нескоромный С.В., Стрижаков Е.Л., Рогозин Д.В.....	192
ГИБРИДНЫЕ АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
Неулыбин С.Д., Щицын Ю.Д., Хомутинин И.С.....	193
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ПРОЦЕССА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И ПЕРВИЧНОЙ МАКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА ШВА ПРИ ЭЛС	
Ольшанская Т.В., Федосеева Е.М.....	195
ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАЗМЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ КЕРАМИКИ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ МОДИФИЦИРОВАНИЕМ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОВЕРХНОСТИ	
Пантелеенко Ф.И., Оковитый В.А., Асташинский В.М., Углов В.В., Соболевский С.Б., Оковитый В.В.....	198
АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВЫХ БИМЕТАЛЛОВ, ОСНОВАННЫХ НА РАСПЛАВЛЕНИИ ПЛАКИРУЮЩЕГО СЛОЯ И ОБРАЗОВАНИИ СОЕДИНЕНИЯ СЛОЁВ В ТВЁРДОЙ ФАЗЕ	
Первухин Л.Б., Первухина О.Л., Шишкин Т.А.....	199
NON-VACUUM ELECTRON-BEAM SURFACING OF COATINGS WITH THE ULTRAFINE STRUCTURE	
Perovskaya M.V., Poletika I.M., Shmakov V.V.....	200
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ НОВЫХ САМОФЛЮСУЮЩИХСЯ ПОРОШКОВЫХ СМЕСЕЙ В УСЛОВИЯХ УДАРНО-АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ	
Петришин Г.В., Быстренков В.М., Сидоров В.А.....	201
ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ САМОФЛЮСУЮЩИМИСЯ ПОРОШКОВЫМИ СМЕСЯМИ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ И КАРБИДА ВОЛЬФРАМА	
Петришин Г.В., Пантелеенко А.Ф., Быстренков В.М., Мельников Д.В.....	203
ТЕХНОЛОГИЯ МАГНИТНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАПЛАВКИ НОВЫМИ САМОФЛЮСУЮЩИМИСЯ ПОРОШКОВЫМИ СМЕСЯМИ НА ОСНОВЕ ДИСПЕРСНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТХОДОВ	
Петришин Г.В., Пантелеенко Ф.И., Пантелеенко Е.Ф.....	205
ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ТРЕНИЕМ ШТУЦЕРОВ И ПАТРУБКОВ МАЛОГО (ДО 80 ММ) ДИАМЕТРА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Полетаев Ю.В., Щепкин В.В.....	207
ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА ТОНКОЙ ПРОВОЛОКИ ИЗ НИКЕЛИД ТИТАНА	
Потекаев А.И., Гюнтер С.В., Сапрыкин А.А., Ибрагимов Е.А., Клопотов А.А., Галсанов С.В., Дубовиков К.М.....	208

EBSD-АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ СВАРНОГО ШВА ХРОМОНИКЕЛЕВОЙ СТАЛИ И ТИТАНОВОГО СПЛАВА С ПРОМЕЖУТОЧНОЙ МЕДНОЙ ВСТАВКОЙ: CONFERENCE SERIES Пугачева Н.Б., Мичуров Н.С., Сенаева Е.И.....	210
ЭЛЕКТРОННЫЕ СВАРОЧНЫЕ ПУШКИ С ПЛАЗМЕННЫМ КАТОДОМ: ВАКУУМНОЕ И ВНЕВАКУУМНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ Ремпе Н.Г.....	212
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРО-ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПОДВОДНОЙ СВАРКЕ С ВОДЯНОЙ ЗАВЕСОЙ СОПЛА Рогозин Д.В., Соловьев М.А., Маслов И.В.....	213
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ СТРУКТУРИЗАЦИИ В АДГЕЗИОННОМ СЛОЕ В ПРОЦЕССЕ ЛАМИНИРОВАНИЯ Сайфуллин Э.Р., Князева А.Г.	215
МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ПОКРЫТИЙ, НАНЕСЕННЫХ ЭЛЕКТРОДАМИ Т- 590 И ЭН-60М НА ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТАЛИ 09Г2С. СВОЙСТВА МЕТАЛЛА ПОКРЫТИЯ ПРИ НАПЛАВКЕ НА РЕЖИМЕ НИЗКОЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ ТОКА Сараев Ю.Н., Безбородов В.П., Перовская М.В., Семенчук В.М.....	217
ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДА ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СОПРОТИВЛЕНИЯ ХРУПКОМУ РАЗРУШЕНИЮ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ Сараев Ю.Н., Гладковский С.В., Перовская М.В., Семенчук В.М., Непомнящий А.С.....	219
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ АДАПТИВНОГО ИМПУЛЬСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ РЕЖИМА Сараев Ю.Н., Лунев А.Г., Семенчук В.М., Непомнящий А.....	220
LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY FOR IN-SITU ONLINE MULTIELEMENTAL ANALYSIS OF WEAR RESISTANT COATINGS DURING ITS TREATMENT BY COAXIAL LASER CLADDING Sdvizhenskii P.A., Lednev V.N., Tretyakov R.S., Grishin M.Ya., Asyutin R.D., Pershin S.M.....	222
ВЛИЯНИЕ ВИДА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЛЬНОСВАРНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ МОСТОВ Семухин Б.С.....	223
ВОЗДЕЙСТВИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ УДАРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В КОЛЬЦЕВОМ СТЫКЕ РАЗНОТОЛЩИННЫХ ТРУБ Сидоров М.М., Голиков Н.И.....	225
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО ПОВЕДЕНИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ СКОРОСТЕЙ ДЕФОРМАЦИИ И ТЕМПЕРАТУР	

Скрипняк В.А.....	227
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТОКОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗНОРОДНЫХ СТАЛЕЙ ТОЛЩИНОЙ 60 ММ	
Слива А.П., Гончаров А.Л., Терентьев Е.В., Харитонов И.А., Драгунов В.К.....	228
ИМПУЛЬСНАЯ ЛАЗЕРНАЯ СВАРКА СПЛАВА ZR-1%NB	
Слободян М.С., Киселев А.С.....	230
ТЕХНОЛОГИЯ ОПЕРАТИВНОЙ СВАРКИ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ТРУБ ДЛЯ ГАЗОПРОВОДОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ НИЖЕ НОРМАТИВНЫХ	
Старостин Н.П., Аммосова О.А.....	232
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВЛОЖЕНИЯ ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ	
Стаценко В.Н., Сухорада А.Е., Лелюхин В.Е.....	234
ЛАЗЕРНАЯ УДАРНАЯ ОБРАБОТКА СВАРНЫХ ШВОВ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ	
Тарева А.А., Мельников Д.М., Мельникова М.А., Зойе Мьят	235
АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОННОГО ПУЧКА ПРИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКЕ С ГЛУБОКИМ ПРОПЛАВЛЕНИЕМ	
Терентьев Е.В., Драгунов В.К., Слива А.П., Гончаров А.Л., Марченков А.Ю.....	238
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ А306.13	
Тынченко В.С., Мурыгин А.В., Петренко В.Е.....	239
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИКАТОРОВ В ПОКРЫТИИ ЭЛЕКТРОДОВ НА ИХ СВАРОЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛА ШВА	
Урбанович Н.И., Бендик Т.И., Барановский К.Э., Розенберг Е.В.....	241
РЕГУЛИРОВАНИЕ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ И ДЕФОРМАЦИЙ В ТОНКОЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЯХ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СВАРОЧНЫХ ПРИЖИМОВ	
Хайбрахманов Р.У., Коробов Ю.С., Биленко Г.А.....	242
РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВСТАВОК	
Харитонов И.А., Драгунов В.К., Гончаров А.Л., Мартынов В.Н., Портнов М.А...	244
ОЦЕНКА РЕСУРСА ЭЛЕМЕНТОВ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА СТАДИИ РОСТА УСТАЛОСТНЫХ ТРЕЩИН ПРИ ДВУХЧАСТОТНОМ НАГРУЖЕНИИ	
Чернякова Н.А.....	245
ВЛИЯНИЕ КОЛИЧЕСТВА МАРГАНЦА В СОСТАВЕ СВАРОЧНОГО АЭРОЗОЛЯ НА ЗДОРОВЬЕ СВАРЩИКА И ПУТИ ЕГО СНИЖЕНИЯ	
Чинахов Д.А., Ильященко Д.П., Чинахова Е.Д.....	246

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ И АДГЕЗИОННОГО ТРЕНИЯ Чумаевский А.В., Гусарова А.В.....	248
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФОРМАЦИИ И РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ГИБРИДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ Чумаевский А.В., Гусарова А.В.....	249
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР ПРИ СВАРКЕ ТРЕНИЕМ С ПЕРЕМЕШИВАНИЕМ РАЗНОРОДНЫХ СПЛАВОВ Чумаевский А.В., Гусарова А.В., Калашников К.Н., Калашникова Т.А.....	250
АДДИТИВНОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ МЕТОДОМ ЕВМ ОБРАЗЦОВ НА ОСНОВЕ СТАЛИ 12Х18Н9Т И ТИТАНОВОГО СПЛАВА ВТ6 Чумаевский А.В., Калашников К.Н., Гусарова А.В., Калашникова Т.А.....	251
ПРЕДПОСЫЛКИ ПОЯВЛЕНИЯ АДДИТИВНО-ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ Чумаевский А.В., Калашников К.Н., Гусарова А.В., Калашникова Т.А.....	252
ЗАКОНОМЕРНОСТИ СТРУКТУРНО-ФАЗОВОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОГО АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА Чумаевский А.В., Утяганова В.Р., Осипович К.С., Калашников К.Н., Калашникова Т.А.....	253
ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ТУГОПЛАВКИХ ПОКРЫТИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ НАПЛАВКИ Чумаков Ю.А., Крылова Т.А.....	254
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ НАПЛАВЛЯЕМОГО ПОРОШКА КАРБИДА БОРА НА ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ Чучкова Л.В., Белов А.С., Ложкина Е.А., Матц О.Э.....	255
ТЕХНОЛОГИЯ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ НЕПОВОРОТНЫХ КОЛЬЦЕВЫХ СТЫКОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ ТРУБ Шамов Е.М., Евтихий Н.Н., Шиганов И.Н., Бегунов И.А.....	256
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКИ ПЛАСТИН ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОМПОЗИТНОЙ ВСТАВКИ Шапеев В.П., Черепанов А.Н., Исаев В.И.....	258
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ РЕЛЬСОВЫХ ПЛЕТЕЙ БЕЗ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ТЕРМООБРАБОТКИ Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Кратько С.Н., Крюков Р.Е., Михно А.Р.....	259
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ СВАРКЕ ВЗРЫВОМ МЕТОДАМИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ Эмурлаева Ю.Ю.....	260

ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ ГАЗООЧИСТКИ ФЕРРОХРОМА

Н.А. КОЗЫРЕВ, А.А. УСОЛЬЦЕВ, Р.Е. КРЮКОВ, А.Н. ПРУДНИКОВ, Д.Е. БЕЛОВ

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк

E-mail: kozurev_na@mtsp.sibsiu.ru

Разработке новых порошковых проволок для наплавки различных материалов уделяется большое внимание в мировой практике [1-6]. Исследование новых порошковых проволок и технологий наплавки проводится в условиях ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный институт», причем ряд порошковых проволок защищен патентами РФ [7-8]. Особое внимание уделяется технологиям прямого легирования или восстановления металлов из оксидной фазы с помощью восстановителя непосредственно в дуге при наплавке.

В данной работе рассмотрена возможность изготовления порошковых проволок на основе пыли газоочистки алюминиевого производства, порошков кремния и алюминия (в качестве восстановителя) и пыли газоочистки производства феррохрома (в качестве восстанавливаемого компонента - оксида хрома).

Изучена возможность изготовления порошковой проволоки с использованием пыли газоочистки производства феррохрома в качестве восстанавливаемого материала и в качестве восстановителей: пыль газоочистки алюминиевого производства (углерод), порошок кремния КР-1 по ГОСТ 2169-69 и алюминий ПАП-1 по ГОСТ 5494-95 при различном соотношении компонентов.

В исследованиях использовали пыль газоочистки феррохрома с химическим составом, мас. %: $\text{Cr}_2\text{O}_3 = 22,5$; $\text{SiO}_2 = 15,5$; $\text{CaO} = 0,4$; $\text{MgO} = 31,1$; $\text{Al}_2\text{O}_3 = 5,4$; $\text{FeO} = 6,0$; $\text{C} = 6,2$; $\text{S} = 1,2$, в качестве восстановителя использовали порошки: кремния КР-1, мас. %: $\text{Si} = 98,00$; $\text{Fe} = 0,7$; $\text{Al} = 0,7$, $\text{Ca} = 0,6$; алюминия ПАП-1, мас. % Al не менее 97, $\text{Fe} = 0,5$; $\text{Si} = 0,4$; $\text{Cu} = 0,05$; $\text{Mn} = 0,01$; а также в качестве углеродосодержащего материала пыль газоочистки алюминиевого производства, мас. %: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 21-46,23$; $\text{F} = 18-27$; $\text{Na}_2\text{O} = 8-15$; $\text{K}_2\text{O} = 0,4-6$; $\text{CaO} = 0,7-2,3$; $\text{SiO}_2 = 0,5-2,48$; $\text{Fe}_2\text{O}_3 = 2,1-3,27$; $\text{C}_{\text{общ}} = 12,5-30,2$; $\text{MnO} = 0,07-0,9$; $\text{MgO} = 0,06-0,9$; $\text{S} = 0,09-0,19$; $\text{P} = 0,1-0,18$.

Наплавку проводили под флюсом, изготовленным из шлака силикомарганца с химическим составом: $\text{Al}_2\text{O}_3 = 6,91-9,62\%$, $\text{CaO} = 22,85-31,70\%$, $\text{SiO}_2 = 46,46-48,16\%$, $\text{FeO} = 0,27-0,81\%$, $\text{MgO} = 6,48-7,92\%$, $\text{MnO} = 8,01-8,43\%$, $\text{F} = 0,28-0,76\%$, $\text{Na}_2\text{O} = 0,26-0,36\%$, $\text{K}_2\text{O} = 0,62\%$, $\text{S} = 0,15-0,17\%$, $\text{P} = 0,01\%$, с использованием сварочного трактора АСАВ– 1250 на стальные пластины толщиной 10 x 100 x 500 мм.

Подобран режим наплавки. Определен химический состав наплавленного металла, проведены испытания на износ и замер твердости образцов.

Химический состав наплавленного металла и полученных шлаковых корок определяли атомно-эмиссионным методом на спектрометре ДФС-71 и рентгенофлуоресцентным методом на спектрометре XRF-1800. Твёрдость наплавленных слоев измеряли с помощью твердомера МЕТ-ДУ. Износ образцов производили на машине 2070 СМТ–1. При испытании на износостойкость использовали метод потери массы образца по типу диск-колодка. В процессе испытания образец взаимодействовал с колодкой, изготовленной из стали типа Р18.

Рассчитаны коэффициенты усвоения хрома при различных соотношениях компонентов. Изучение химического состава наплавленного металла порошковыми проволоками, разработанными на основе пыли газоочистки производства феррохрома показало, что усвоение хрома в наплавленном слое полностью зависит от коэффициента заполнения порошковой проволоки. Причем при прочих равных условиях с повышением концентрации хрома в наплавленном металле снижается износ поверхности.

По результатам проведенного анализа определены зависимости твердости наплавленного слоя и его износостойкости от массовой доли элементов, входящих в состав порошковой проволоки. Рассмотренные зависимости использованы для прогнозирования

твердости наплавленного слоя и его износостойкости при изменении химического состава наплавленного металла.

Изучение химического состава наплавленного металла порошковыми проволоками, разработанными на основе пыли газоочистки производства феррохрома показало, что усвоение хрома в наплавленном слое полностью зависит от коэффициента заполнения порошковой проволоки. Причем при прочих равных условиях с повышением концентрации хрома снижается износ поверхности.

Определены зависимости твердости и износостойкости наплавленных слоев от содержания в них углерода и хрома, полученных с использованием опытных порошковых проволок на основе пыли газоочистки производства феррохрома. Полученные зависимости могут быть использованы для прогнозирования износостойкости слоев, наплавленных на стальные изделия при помощи опытных порошковых проволок.

Список литературы

1. М.В. Тепляшин. Исследование влияния легирующих элементов на износостойкость в сплавах, предназначенных для электрошлаковой наплавки бил молотковых мельниц / М.В. Тепляшин, В. Г. Комков // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013. – Том 4. – № 4. – С. 1554–1561.
2. М. В. Тепляшин. Разработка экономнолегированного сплава для восстановления бил молотковых мельниц / М. В. Тепляшин, В. Г. Комков, В. А. Стариенко // Электронное научное издание «Ученые заметки ТОГУ» 2013. – Том 4. – № 4. – С. 1543–1549.
3. Пацекин В.П., Рахимов К.З. Производство порошковой проволоки. – М.: Металлургия, 1979. – 80 с.
4. Геллер Ю.А. Инструментальные стали. – М.: Металлургия, 1975. – 584 с.
5. Самсонов Г.В., Винницкий И.М. Тугоплавкие соединения. – М.: Металлургия, 1976. – 560 с.
6. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением / Под ред. Б.Е. Патона. – М.: Металлургия, 1974. – 768 с.
7. Пат. 2623981 РФ, МПК8 В23 К35/36 В 23К35/368 Шихта порошковой проволоки/ Козырев Н.А., Галевский Г.В., Шурупов В.М., Крюков Р.Е., Козырева О.Е., Бендре Ю.В., Оршанская Е.Г.; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».- № 2015152933/02(081567), Заявл. 09.12.2015, опубл. 29.06.2017 Бюл. № 19.
8. Пат. 2661126 МПК8 В23 К35/36 В 23 К35/368 Шихта порошковой проволоки/ Козырев Н.А., Уманский А.А., Крюков Р.Е., Думова Л.В., Козырева О.А., Непомнящих А.С., Федотов Е.Е.; ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».- № 2017121945/02(038002), Заявл. 21.06.2017.

Контактная информация:

Тел.: (3822) 286-833, факс: (3822) 492-576

E-mail: mv_perovskaya@inbox.ru; wr2019@ispms.tsc.ru

Адрес для переписки:

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

634055, г. Томск, просп. Академический, 2/4