

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:  
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ЧАСТЬ I**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
19 – 21 мая 2020 г.*

**выпуск 24**

Под общей редакцией профессора М. В. Темлянцева

**Новокузнецк  
2020**

ББК 74.580.268  
Н 340

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук, профессор Темлянцев М.В.,  
д-р физ.-мат. наук, профессор Громов В.Е.,  
д-р геол.-минерал. наук, профессор Гутак Я.М.,  
д-р техн. наук, профессор Фрянов В.Н.,  
канд. техн. наук, доцент Чаплыгин В.В.,  
д-р техн. наук, профессор Галевский Г.В.,  
д-р техн. наук, доцент Фастыковский А.Р.,  
д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,  
канд. техн. наук, доцент Коротков С.Г.

Н 340

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Министерство науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2020. – Вып. 24. – Ч. I. Естественные и технические науки. – 480 с., ил. – 164 , таб. – 88.

Представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ. Первая часть сборника посвящена актуальным вопросам в области естественных наук, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, металлургических процессов, технологий, материалов и оборудования, экологии, безопасности, рационального использования ресурсов.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISSN 2500-3364

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2020

## ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ СВАРКИ НА МАШИНЕ МС 20.08

**Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
Новокузнецк. e-mail: kozyrev\_na@mtsp.sibsiu.ru*

В данной работе представлены результаты проведённых исследований свариваемости рельсовой стали на машине МС - 20.08. Экспериментальными исследованиями подобраны требуемые режимы сварки образцов. Изучена микроструктура сварного соединения с помощью оптического микроскопа OLYMPUS GX-51.

Ключевые слова: сварка, рельсовая сталь, контактно стыковая сварка, машина МС - 20.08.

Разработке и оптимизации нового способа контактно стыковой сварки рельсов уделяется большое внимание в РФ. В частности предложены новые режимы контактно стыковой сварки с последующей термической выдержкой [1-3].

В лабораторных условиях изучена свариваемость рельсовой стали контактно стыковым способом с помощью машины МС - 20.08. Химический состав свариваемых образцов представлен в таблице 1.

Отбор проб для определения химического состава стали производился по ГОСТ 7565–81. Образцы сечением 40 × 40 мм и толщиной 30 мм вырезались из поперечного сечения головки рельса. Анализ проводился спектральным методом с фотографической регистрацией спектра по ГОСТ 22536.0 на рентгенофлуорисцентном спектрометре XRF – 1800 фирмы SHIMADZU. Таблица 1 – Химический состав образцов, %

№ плавки	C	Mn	Si	Cr	V	P	S	Al	Ti
20906	0.76	0.77	0.53	0.36	0.04	0.014	0.006	0.003	0.002
20908	0.76	0.77	0.53	0.37	0.04	0.010	0.008	0.003	0.002
21200	0.77	0.80	0.56	0.38	0.04	0.008	0.006	0.002	0.002

Для проведения контактно стыковой сварки вырезались образцы сечением 10 мм × 30 мм и длиной 90 мм из головки рельса (рисунок 1).

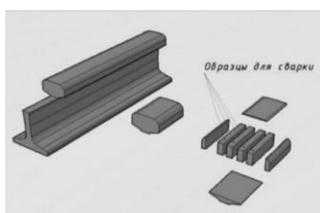


Рисунок 1 – Схема вырезки образцов

Сечение образцов выбиралось из условий возможности ведения процесса сварки непрерывным оплавлением на машине МС – 20.08.

В первую очередь производился подбор оптимальных режимов, исходя из рекомендованного режима, приведенного в техническом описании и инструкции по эксплуатации сварочной машины.

После сварки вырезались образцы для изучения микроструктуры. Образцы зачищались на шлифовально-полировальном станке FORCIPOL 2 с применением шлифовальной бумаги Mirka, с различным размером зерна покрытия (P400, P600, P800, P1000, P1500, P2000, P2500) до получения ровной поверхности без видимых царапин. После чего образцы полировались на войлочном покрытии, обрабатываемом специальной пастой для полировки металлических поверхностей

Изучение микроструктуры проводилось с помощью оптического микроскопа OLYMPUS GX-51 и программного обеспечения SIAMS Photolab после травления поверхности образцов в 2 %-ном растворе азотной кислоты на универсальных объективах (10х, 20х, 50х, 100х.)

Анализ микроструктуры сварного стыка позволил выделить на исследуемых образцах наиболее характерные области, которые заметно отличаются друг от друга, как структурой, так и протяженностью: шов – обезуглероженный слой (Рисунок 2, Г), зона крупного зерна (Рисунок 2, В), участок нормализации (Рисунок 2, Б), основной металл (Рисунок 2, А).

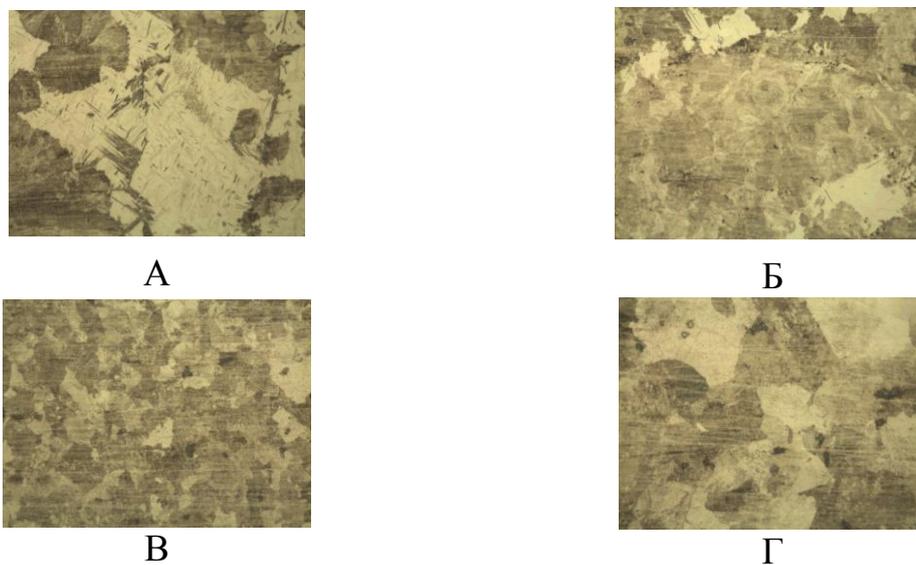


Рисунок 2 – Структура сварных образцов

*Выводы:*

1. В результате проведенных исследований была изучена микроструктура рельсовой стали сваренной контактно стыковым способом на машине контактно стыковой сварки МС - 20.08.

2. Анализ микроструктуры сварного стыка позволил выделить на исследуемых образцах наиболее характерные области, которые заметно отли-

чаются друг от друга, как структурой, так и протяженностью.

#### Библиографический список

1. Исследование структуры сварного соединения рельсовой стали марки 76ХФ при различных параметрах изотермической выдержки / К. А. Бутакова, А. Н. Гостевская, Р. А. Шевченко, Н. А. Козырев, А. А. Усольцев // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: сборник научных трудов. – Москва; Новокузнецк : СибГИУ, 2018. – Вып. 41. - С. 221-224. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

2. Изучение неметаллических включений, образующихся при контактной стыковой сварке рельсовой стали / Е. В. Полевой, Р. А. Шевченко, Н.А. Козырев, Д. Ю. Кушев, Р.Е. Крюков // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии : сборник научных трудов. – Москва; Новокузнецк: СибГИУ, 2018. – Вып. 41. - С. 225-230. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

3. Шевченко, Р. А. Совершенствование технологии контактной сварки железнодорожных рельсов / Р. А. Шевченко; науч. рук. Н. А. Козырев // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения : труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, 13-15 июня 2018 г. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2018. – Вып. 22. – Ч. 2 : Естественные и технические науки.– С. 218-221. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 621.791:624

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОД ФЛЮСОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Апанина В.О., Михно А.Р., Постников А.В.**

**Научный руководитель: д-р техн. наук. профессор Козырев Н.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,  
г. Новокузнецк, e-mail: [kozyrev\\_na@mtsp.sibsiu.ru](mailto:kozyrev_na@mtsp.sibsiu.ru)*

В работе приведено исследование наплавленных образцов, выполненных с помощью наплавки под слоем флюса, изготовленного на основе ковшевого электросталеплавильного шлака, шлака производства силикомарганца и пыли электрофильтров алюминиевого производства. Методами оптической микроскопии изучено влияние состава сварочного флюса на неметаллические включения наплавленного слоя.

Ключевые слова: шлак силикомарганца, структура, наплавка под флюсом, ковшевой электросталеплавильный шлак, неметаллические включения.

При проведении сварочных и наплавочных работ под слоем флюса

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ УЛАВЛИВАНИЯ АММИАКА ИЗ КОКСОВОГО ГАЗА	
<b>Литвинов А.П.</b> .....	<b>224</b>
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТК НА АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
<b>Новиков М.В.</b> .....	<b>228</b>
НЕТРАДИЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ШТРИПСОВОЙ ЛЕНТЫ ПОД ПОРОШКОВУЮ ПРОВОЛОКУ	
<b>Густова Д.О., Иванкина И.В.</b> .....	<b>231</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ И ВОЛОЧЕНИЯ ДЛЯ ВЗАИМОВЫГОДНОГО ПАРТНЕРСТВА ОАО «НКАЗ» И АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
<b>Иванкина И. В., Густова Д. О., Вахроломеев В.А.</b> .....	<b>235</b>
СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ШАРОВ В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
<b>Курбангалеев Д.К.</b> .....	<b>240</b>
УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ШАРОВ В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
<b>Курбангалеев Д.К.</b> .....	<b>243</b>
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАМВАЙНЫХ РЕЛЬСОВ	
<b>Чудов А.Е., Хузин А.М.</b> .....	<b>246</b>
УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА АК9пч МОДИФИЦИРОВАНИЕМ	
<b>Зеневич А.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В., Михно А.Р., Сычев А.А.</b> .....	<b>249</b>
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО (СТОЙКОСТЬ) СЕКЦИИ ПРЯМОЙ ГАЗОСБОРНОГО КОЛОКОЛА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА	
<b>Соколов Б.М., Ознобихина Н.В., Михно А.Р., Белов Д.Е., Зеневич А.В.</b> .....	<b>254</b>
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
<b>Прохоренко Д.А., Масалова Д.А., Гулидов А.А., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В.</b> .....	<b>258</b>
ИЗМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА, ОБЛУЧЕННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	
<b>Абатурова А.А., Шляров В.В., Петрикова Е.А., Тересов А.Д.</b> .....	<b>263</b>
ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ СВАРКИ НА МАШИНЕ МС 20.08	
<b>Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.</b> .....	<b>268</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОД ФЛЮСОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	
<b>Апанина В.О., Михно А.Р., Постников А.В.</b> .....	<b>270</b>

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ РЕЛЬСОВ, ПОЛУЧЕННЫХ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКОЙ С ПОСЛЕДУЮЩИМ КОНТАКТНЫМ ПОДГРЕВОМ <b>Бутакова К.А., Гостевская А.Н., Алимарданов П.Э., Азаренков И.А.</b> .....	274
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КОНТАКТНОЙ СТЫКОВОЙ СВАРКИ НА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВКЛЮЧЕНИЯ В МЕТАЛЛЕ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ Э76ХФ <b>Гостевская А.Н., Бутакова К.А., Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.</b> .....	279
РАЗРАБОТКА САМОФЛЮСУЮЩЕЙСЯ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ ДЛЯ НАПЛАВКИ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <b>Гусева Д.А., Шамрай В.Р., Комаров А.А.</b> .....	282
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ ПП-НП-35В9Х3СФ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ <b>Денисов П.А. Белов Д.Е.</b> .....	285
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ МАРКИ ПП-НП-25Х5ФМС <b>Кашин С.С., В. Белов Д.Е.</b> .....	288
ВЛИЯНИЕ ХРОМА И УГЛЕРОДА В ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКЕ СИСТЕМЫ FE-C-SI-MN-CR-NI-MO-V НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ НАПЛАВЛЯЕМОГО МЕТАЛЛА <b>Комаров А.А. Осетковский И.В. Сычев А.А.</b> .....	291
СВОЙСТВА НАПЛАВОЧНЫХ ФЛЮСОВ, НА ОСНОВЕ ШЛАКА СИЛИКОМАРГАНЦА <b>Михно А.Р., Кречетов Е.К., Евсюков И.А., Киселев П.В., Тюрин А.А.</b> .....	295
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ ШВОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ФЛЮСОВ <b>Михно А.Р. Киселев П.В., Тюрин А.А.</b> .....	298
МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА <b>Постников А.В., Михно А.Р., Апанина В.О.</b> .....	303
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ <b>Шавлов И.С.</b> .....	307
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОКРАСКИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ С ПОМОЩЬЮ СЫПУЧИХ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ <b>Домнин К.И.</b> .....	312
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССА СЛОЕВОЙ ТЕПЛОГЕНЕРАЦИИ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОВЕРХНОСТНЫЕ ДЕФЕКТЫ <b>Акенфиев А.А.</b> .....	317

Научное издание

# **НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

**ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Часть I**

*Труды Всероссийской научной конференции студентов,  
аспирантов и молодых ученых*

**Выпуск 24**

Под общей редакцией  
Технический редактор  
Компьютерная верстка

М.В. Темлянцева  
Г.А. Морина  
Н.В. Ознобихина  
В.Е. Хомичева

Подписано в печать 11.06.2020 г.  
Формат бумаги 60x84 1/16. Бумага писчая. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 28,2 Уч.-изд. л. 30,6 Тираж 300 экз. Заказ № 99

Сибирский государственный индустриальный университет  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ