

**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 Темлянец 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

ремонта прокатных валков/ Н. А. Козырев, Р.Е. Крюков, А.А. Усольцев, А.А. Уманский, П.Д. Соколов// Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации.– 2018.– Вып. 1 (1417).– С. 77-86.

УДК 621.762.04: [624.567.1:669]

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ МАРКИ ПП-НП-25Х5ФМС

Кашин С.С., В. Белов Д.Е.

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

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Kozyrev_na@mtsp.sibsiu.ru*

Изучена возможность совершенствования технологического процесса порошковой проволокой марки 25Х5ФМС, содержащая дополнительно углерод фторсодержащую добавку. Подобраны компонентные составы и режимы наплавки. Проведены исследования химического состава наплавленного слоя, а так же проведено металлографическое исследование микрошлифов.

Ключевые слова: порошковая проволока, углеродфторсодержащая добавка, шлак силикомарганца, наплавка, химический состав, микроструктура.

В работе рассмотрена возможность совершенствования технологического процесса наплавки порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС с дополнительно введенной углеродфторсодержащей добавкой.

Для проведения экспериментальных исследований в лабораторных условиях изготовлены образцы порошковой проволоки с использованием пыли газоочистки алюминиевого производства.

В качестве наполнителя использовались порошкообразные материалы: порошок железа марки ПЖВ1 по ГОСТ 9849-86, кремния ФС75 по ГОСТ 1415-93, марганца ФМн78А ГОСТ 4755—91, хрома FeSiCr₁₅ по ГОСТ 11861 – 91, ванадия ФВ40У по ГОСТ 27130-94, молибден Фмо60 по ГОСТ 4759-91, а так же углеродфторсодержащий материал со следующим химическим составом, масс. %: Al₂O₃ =21-46; F =18-27; Na₂O = 8-15; K₂O=0,4 – 6%; CaO=0,7-2,3; SiO₂=0,5-2,5; Fe₂O₃=2,1-3,3; C_{общ}=12,5-30,2; MnO=0,07-0,9; MgO=0,06-0,9; S=0,09-0,19; P=0,10-0,18., аморфный графит ГЛС-1 ГОСТ 17022-81. Расчетный химический состав порошковой проволоки приведен в таблице 1.

Наплавку проводили в 5 слоев при следующих режимах: величиной тока 600А, скорость наплавки 15 м/ч, напряжением 32В.

Химический состав наплавленного металла определяли рентгенофлуоресцентном методом на спектрометре XRF-1800 (таблица 2).

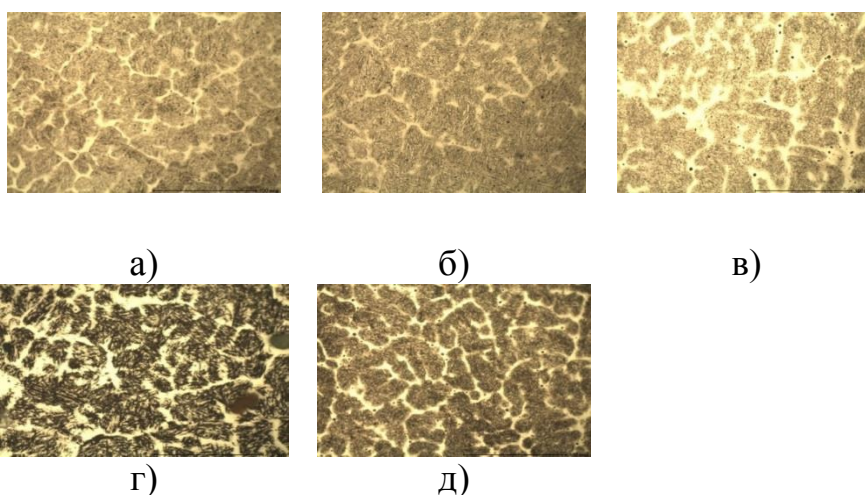
Таблица 1 – Расчетный химический состав порошковой проволоки ПП НП- 25Х5ФМС

№ образца	Порошок углеродсодержащего компонента	Порошок ферросиликохромовая марки FeSiCr15	Порошок ферромарганца ФМн78А	Порошок ферросилиция ФС75	Порошок феррованадия марки ФВ40У 0,6	Порошок ферромolibдена марки ФМо60
1	34,2	59	9	17,3	6	14
2	11,6	59	9	17,3	6	14
3	30	59	9	17,3	6	14
4	37,5	59	9	17,3	6	14
5	45	59	9	17,3	6	14

Таблица 2 – Химический состав наплавленного металла

№	Массовая доля элементов, %												
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Mo	V	Al	Co	Nb
1	0,30	1,37	1,44	0,012	0,023	5,66	0,06	0,04	0,89	0,37	0,026	0,02	0,003
2	0,36	1,36	1,49	0,015	0,023	5,12	0,06	0,04	1,05	0,34	0,010	0,03	0,004
3	0,38	1,57	1,77	0,010	0,022	5,54	0,07	0,05	1,09	0,38	0,030	0,03	0,007
4	0,44	1,75	1,72	0,017	0,022	5,38	0,07	0,05	1,03	0,45	0,030	0,03	0,008
5	0,45	2,00	1,90	0,019	0,022	5,28	0,08	0,08	1,04	0,46	0,025	0,03	0,010

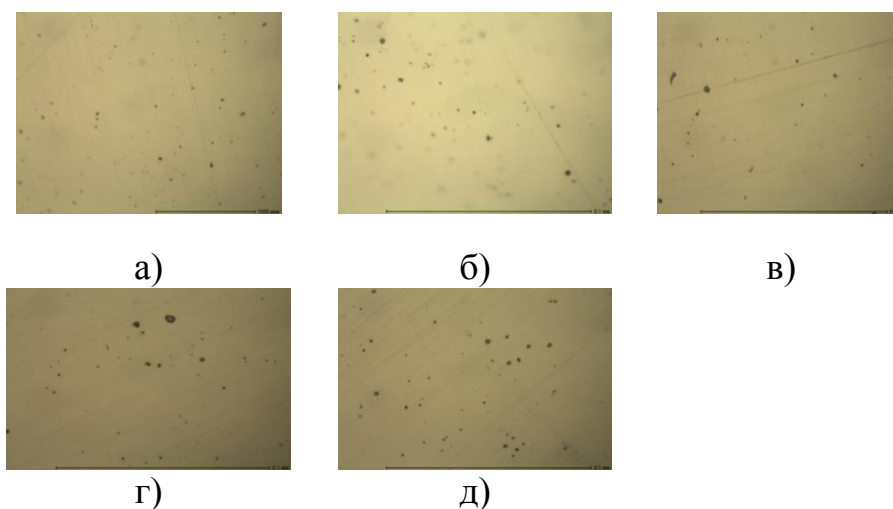
Металлографическое исследование микрошлифов осуществляли с помощью оптического микроскопа OLYMPUSGX-51 при увеличении $\times 100$ – 1000, после травления поверхности образцов в 4 %-ном растворе азотной кислоты. Микроструктура исследуемых образцов приведена на рисунке 1.



а)-микроструктура образца 1, б)-микроструктура образца 2, в)-микроструктура образца 3, г)-микроструктура образца 4, д)-микроструктура образца 5

Рисунок 1 – Микроструктура стали 25Х5ФМС, $\times 500$

Исследование наплавленного слоя образцов на наличие неметаллических включений проводили по ГОСТ 1778-70. Полированную поверхность изучали при увеличении $\times 100$ с помощью металлографического микроскопа ЛабoМет-1И.



а)- образец 1, б) - образец 2, в) - образец 5, г)- образец 6, д)- образец 7

Рисунок 2 – Неметаллические включения стали 25X5ФМС, $\times 100$

Металлографические исследования показали, микроструктура наплавленного слоя имеет феррито-перлитную структуру (65% перлита, 35% феррита), а именно перлитные колонии, по краям которых расположены области структурно-свободного феррита.

По всему шлифу расположено большое количество карбидов хрома. Карбидная сетка однородная, исходя из данных ГОСТ 8233- 56. По ГОСТ 1778-70 установлено, что образцы 2, 3, 4, 5 по шкале неметаллических включений имеют балл загрязнения оксидами точечными 4а, образец 1 по шкале неметаллических включений имеют балл загрязнения оксидами точечными 3а.

Библиографический список

1. Уманский, А. А. Экспериментальные исследования влияния состава порошковых проволок систем легирования C-Si-Cr-V-Mo и C-Si-Mn-Cr-W-V на структуру наплавленного слоя прокатных валков / А. А. Уманский, Н. А. Козырев, Д. А. Титов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2016. – № 4. - С. 74-78.

2. Порошковая проволока на основе пыли газоочистки силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, Е. Е. Федотов, А. С. Непомнящих // Металлургия: технологии, инновации, качество. Металлургия - 2017 : труды XX Международной научно-практической конференции, 15-16 ноября 2017 г. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2017. – Ч. 1. - С. 336-339. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

3. Разработка новых порошковых проволок для наплавки. Порошковая

проволока на основе пыли газоочистки силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. С. Непомнящих, А. А. Усольцев, М. В. Попова // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – № 9. – С. 101-106. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.

УДК 519.237: 669.018.25

ВЛИЯНИЕ ХРОМА И УГЛЕРОДА В ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКЕ СИСТЕМЫ Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ И ТВЕРДОСТЬ НАПЛАВЛЯЕМОГО МЕТАЛЛА

Комаров А.А. Осетковский И.В. Сычев А.А.

**Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А.,
канд. техн. наук, доцент Усольцев А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: a.us@rambler.ru*

Исследовано влияние введения хрома и углерода в порошковую проволоку системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V. Установлены зависимости твердости наплавленного слоя и его износостойкости от массовой доли элементов, входящих в состав порошковых проволок системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V.

Ключевые слова: Порошковая проволока, наплавка, твердость, скорость износа, микроструктура, неметаллические включения.

В представленной работе изучалось влияние изменения содержания хрома и углерода в составе шихты новой порошковой проволоки системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V на микроструктуру, износ и твердость наплавленного металла.

Изготовление порошковой хромсодержащей проволоки проводили с использованием следующих порошковых материалов: железо ПЖВ1 по ГОСТ 9849-86, ферросилиций ФС 75 по ГОСТ 1415-93, высокоуглеродистый феррохром ФХ900А по ГОСТ 4757-91, углеродистый ферромарганец ФМн 78(А) по ГОСТ 4755-91, никель ПНК-1Л5 по ГОСТ 9722-97, ферромolibден ФМо60 по ГОСТ 4759-91, феррованадий ФВ50У 0,6 по ГОСТ 27130-94, кобальт ПК-1У по ГОСТ 9721-79, вольфрам ПВН ТУ 48-19-72-92, в качестве углеродсодержащего материала использовали пыль газоочистки алюминиевого производства следующего состава, в мас. %: $Al_2O_3 = 21-46$; $F = 18-27$; $Na_2O = 8-15$; $K_2O = 0,4-6$; $CaO = 0,7-2,3$; $SiO_2 = 0,5-2,5$; $Fe_2O_3 = 2,1-3,3$; $Собщ = 12,5-30,2$; $MnO = 0,07-0,9$; $MgO = 0,06-0,9$; $S = 0,09-0,19$; $P = 0,10-0,18$.

Наплавку металла осуществляли в лабораторных условиях на пластины из стали Ст3 в три слоя под флюсом АН-26С с использованием сварочного трактора ASAW-1250 на режиме: сила тока $I = 500A$, напряжение $U = 29V$, скорость сварки $V_{св} = 15$ см/мин.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ УЛАВЛИВАНИЯ АММИАКА ИЗ КОКСОВОГО ГАЗА	
Литвинов А.П.	224
ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ УСТК НА АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
Новиков М.В.	228
НЕТРАДИЦИОННОЕ РЕШЕНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ШТРИПСОВОЙ ЛЕНТЫ ПОД ПОРОШКОВУЮ ПРОВОЛОКУ	
Густова Д.О., Иванкина И.В.	231
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ И ВОЛОЧЕНИЯ ДЛЯ ВЗАИМОВЫГОДНОГО ПАРТНЕРСТВА ОАО «НКАЗ» И АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
Иванкина И. В., Густова Д. О., Вахроломеев В.А.	235
СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ШАРОВ В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
Курбангалеев Д.К.	240
УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ШАРОВ В УСЛОВИЯХ АО «ЕВРАЗ ЗСМК»	
Курбангалеев Д.К.	243
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТРАМВАЙНЫХ РЕЛЬСОВ	
Чудов А.Е., Хузин А.М.	246
УЛУЧШЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПЛАВА АК9Пч МОДИФИЦИРОВАНИЕМ	
Зеневич А.В., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В., Михно А.Р., Сычев А.А.	249
АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ КАЧЕСТВО (СТОЙКОСТЬ) СЕКЦИИ ПРЯМОЙ ГАЗОСБОРНОГО КОЛОКОЛА ЭЛЕКТРОЛИЗЕРА	
Соколов Б.М., Ознобихина Н.В., Михно А.Р., Белов Д.Е., Зеневич А.В.	254
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И СИСТЕМЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ИЗДЕЛИЙ	
Прохоренко Д.А., Масалова Д.А., Гулидов А.А., Соколов Б.М., Ознобихина Н.В.	258
ИЗМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ И МИКРОТВЕРДОСТИ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА, ОБЛУЧЕННОГО ИМПУЛЬСНЫМ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ	
Абатурова А.А., Шляров В.В., Петрикова Е.А., Тересов А.Д.	263
ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ОБРАЗЦОВ РЕЛЬСОВОЙ СТАЛИ ПОСЛЕ СВАРКИ НА МАШИНЕ МС 20.08	
Азаренков И.А., Алимарданов П.Э.	268
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛА, НАПЛАВЛЕННОГО ПОД ФЛЮСОМ, ИЗГОТОВЛЕННЫМ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Апанина В.О., Михно А.Р., Постников А.В.	270

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

М.В. Темлянцева

Технический редактор

Г.А. Морина

Компьютерная верстка

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