

**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. Темлянцев. – 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

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.

Результаты определения химического состава наплавленных образцов, их твердости и скорости износа представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав наплавленного металла

№ образца	Массовая доля элементов %												Твердость, HRC	Скорость износа, г/об·10 ⁵
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	V	Mo	Al	S	P		
1	0,20	0,67	0,77	1,78	0,54	0,08	0,004	1,20	0,52	0,028	0,042	0,019	42	3,29
2	0,22	0,72	0,73	2,62	0,52	0,06	0,001	1,27	0,56	0,028	0,045	0,016	47	3,18
3	0,24	0,72	0,78	3,42	0,52	0,06	0,002	1,26	0,51	0,030	0,042	0,013	48	3,16
4	0,26	0,84	0,75	4,48	0,58	0,06	0,006	1,36	0,55	0,031	0,043	0,013	49	3,10
5	0,28	0,82	0,64	5,22	0,52	0,06	0,001	1,33	0,54	0,031	0,046	0,014	51	3,09

Анализ микроструктуры наплавленных слоев (рисунок 1) показал, что при одновременном увеличении содержания хрома с 1,8 до 5,2 % в наплавленном металле и повышении количество углерода с 0,20 до 0,28 %, в структуре всех наплавленных слоев указанного состава содержатся участки мартенситной или трооститной структуры, ферритные межзеренные прослойки, а также выделения карбидов преимущественно хрома.

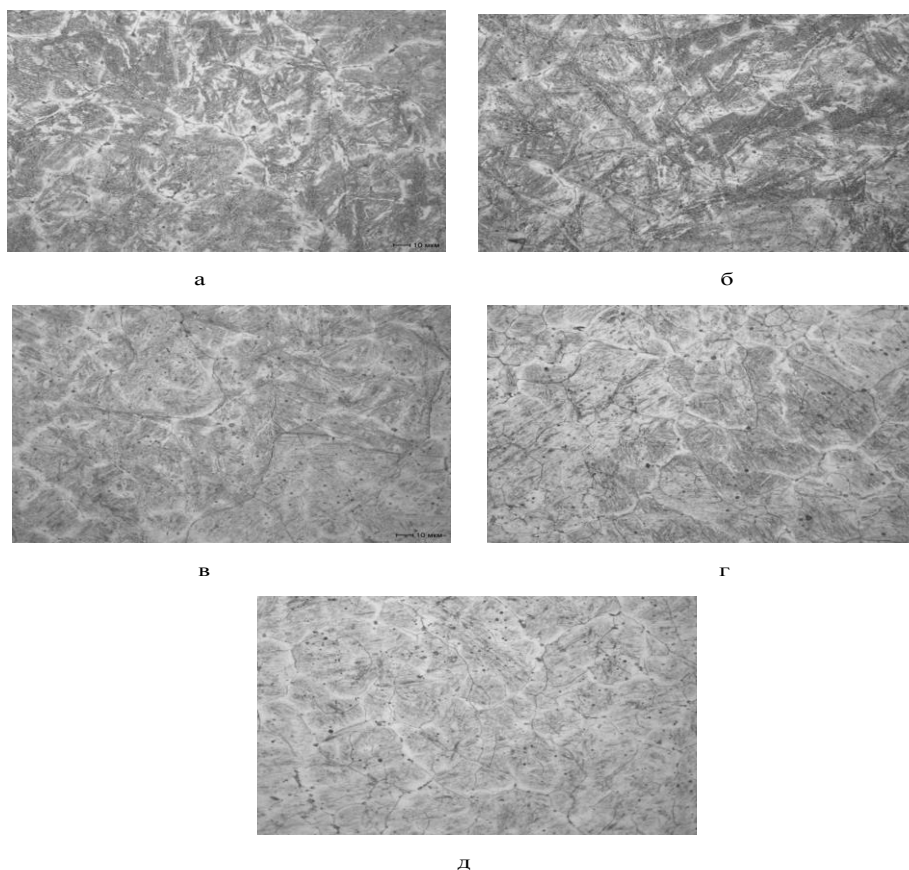


Рисунок 1 – Микроструктура наплавленного слоя образцов с различным содержанием хрома: 1-ый (а), 2-ой (б), 3-ий (в), 4-ый (г), 5-ый (д), × 500

С увеличением в наплавленном металле содержания хрома в его структуре уменьшается объемная доля феррита, что выражается в уменьшении размеров ферритных участков и толщины прослоек феррита, выделившегося по границам бывших аустенитных зерен. Причем, при малых содержаниях хрома (образцы № 1,2) участки феррита характеризуются грубой пластинчатой формой со средним размером 15–40 мкм. Кроме того, при небольших содержаниях хрома в структуре наплавленного слоя имеются участки пластинчатого мартенсита, троостита и перлита. Увеличение хрома в наплавленном металле до 4–5 % приводит к наличию (появлению) в металле только мартенситной структуры с прослойками феррита по границам зерен бывшего аустенита. При этом мартенсит имеет мелкоигльчатый тип со значительно меньшим размером игл. Так, для наплавленного образца с 5,2 % хрома и 0,28 % углерода (№ 5) средний размер мартенситных игл составляет 3–8 мкм.

Следует отметить, что в структуре более легированных хромом образцов (№ 4 и 5) присутствует повышенная объемная доля карбидной фазы, в состав которой входят, преимущественно, монокарбиды хрома, а также сложные карбиды, содержащие железо, хром, ванадий. Размер таких частиц, расположенных равномерно по сечению образца, не превышает 2 мкм.

Математико-статистическими методами проведена оценка влияния химического состава порошковых проволок на скорость износа и твердость наплавленного слоя, позволившая изучить закономерности изменения результирующего показателя в зависимости от поведения различных факторов. Таким образом, углерод, хром, а так же кремний и ванадий в исследуемых пределах, одновременно повышают твердость наплавленного слоя и уменьшают скорость износа образцов (рисунки 2-5), при этом концентрации углерода и хрома обеспечивают качественное нанесение наплавленного слоя (без пор, раковин и трещин) без применения специальных мероприятий - дополнительного подогрева обрабатываемой детали и нанесения переходной подложки для наплавки.

Полученные зависимости использованы при разработке химического состава новых порошковых проволок.

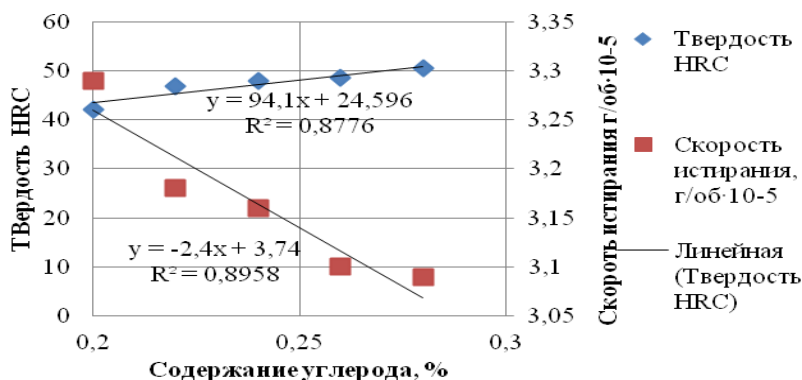


Рисунок 2 – Влияние содержания углерода на твердость и скорость истирания наплавленных слоев

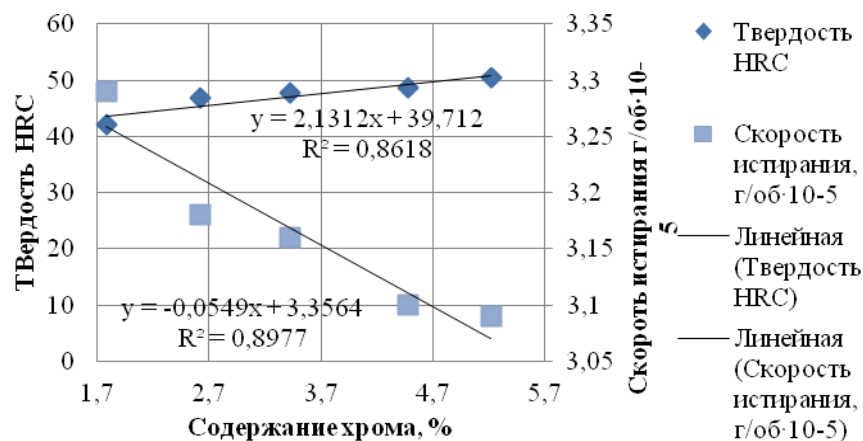


Рисунок 3 – Влияние содержания хрома на твердость и скорость истирания наплавленных слоев

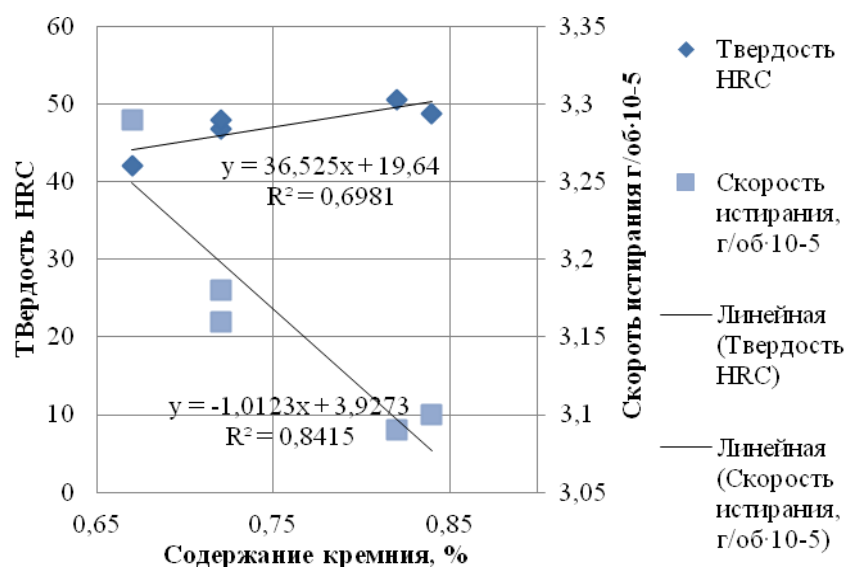


Рисунок 4 – Влияние изменения концентрации кремния на твердость и скорость истирания

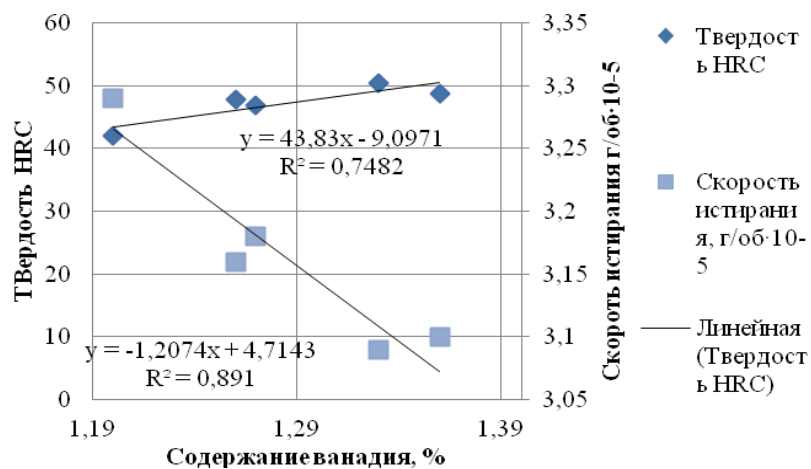


Рисунок 5 – Влияние изменения концентрации ванадия на твердость и скорость истирания

Выводы:

1. Установлено, что при увеличении содержания хрома и углерода в наплавленных слоях металла повышается их твердость и снижается абразивный износ.

2. Определенно, что с повышением содержания хрома от 1,8 до 5,2 % в наплавленном металле и повышении количество углерода с 0,20 до 0,28 %, увеличивается твердость образцов и уменьшается скорость износа, за счет формирования мартенситной структуры наплавленного металла, а так же за счет увеличения объемной доли карбидной фазы хрома.

Библиографический список

1. Гусев А.И., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Попова М.В., Крюков Р.Е. Изучение структуры и свойств металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Cr-Mo-Ni-V-Co // Актуальные проблемы в машиностроении. – 2017. Т.4.– № 2 . - С. 113-119.

2. Разработка порошковой проволоки для наплавки деталей, работающих в условиях износа / Гусев А.И., Усольцев А.А., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Башенко Л.П.// Известия вузов. Черная металлургия. – 2018. — т. 61. № 11. – С. 898-906.

3. Влияние введения вольфрама и хрома на свойства металла, наплавленного порошковой проволокой системы Fe-C-Si-Mn-Mo-Ni-V-Co / Гусев А.И., Козырев Н.А., Кибко Н.В., Крюков Р.Е., Осетковский И.В // Заготовительные производства в машиностроении. -2019. -Том 17. -№ 2. -С. 56-60.

4. Сравнительный анализ абразивной износостойкости металла, наплавленного порошковыми проволоками систем Fe-C-Si-Mn-Ni-Mo-W-V и Fe-C-Si-Mn-Cr-Ni-Mo-V / Осетковский И.В., Козырев Н.А., Гусев А.И., Крюков Р.Е., Попова М.В.// Заготовительные производства в машиностроении. - 2019. -Том 17. -№ 5. -С. 198-202.

УДК 621.791:624

СВОЙСТВА НАПЛАВОЧНЫХ ФЛЮСОВ, НА ОСНОВЕ ШЛАКА СИЛИКОМАРГАНЦА

Михно А.Р., Кречетов Е.К., Евсюков И.А., Киселев П.В., Тюрин А.А.

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

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

В данной работе рассмотрено сравнение сварочных (наплавочных) флюсов изготовленных из шлаковых отходов производства силикомарганца

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 60х84 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