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 : Издтельский 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

стоимость наплавочных работ, при этом наплавленный металл имеет высокую износостойкость и твердость.

Библиографический список

1. Разработка новых сварочных флюсов на основе шлака силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев, А. Р. Михно, Л. П. Бащенко // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – № 6 (1422). - С. 55-66. – URL: http://library.sibsiu.ru.

2. Разработка новых сварочных флюсов на основе шлака силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев, А. Р. Михно, Л. П. Бащенко // Сварка и контроль - 2018 : материалы международной научно-технической конференции, посвященной 130-летию изобретения Н.Г. Славяновым электродуговой сварки плавящимся электродом, 18-21 сентября 2018 г. – Пермь, 2018. – С. 168-182. – URL: http://library.sibsiu.ru.

3. Использование барий-стронциевого карбонатита при изготовлении сварочных флюсов на основе шлака производства силикомарганца / Р. Е. Крюков, Н. А. Козырев, Л. П. Бащенко, О. Е. Козырева, А. Р. Михно // Известия вузов. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 8. - С. 596-600. – URL: http://library.sibsiu.ru.

УДК 621.791:624

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СВАРНЫХ ШВОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩИХ ФЛЮСОВ

Михно А.Р. Киселев П.В., Тюрин А.А.
Научные руководители: д-р техн. наук, профессор Козырев Н.А., канд., техн. наук Крюков Р.Е.

Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, e-mail: mikno-mm131@mail.ru

Приведены исследования нового сварочного флюса на основе шлака производства силикомарганца. Исследовано влияния изменения энерго - технологических режимов сварки на химический состав, твердость, механические свойства, содержание водорода в сварном шве. Представлены зависимости содержания водорода от изменения режимов сварки.

Ключевые слова: сварка, сварочные флюсы, шлак силикомарганца, механические свойства, твердость, ударная вязкость, предел текучести.

В настоящее время широкое распространение в РФ получили сварочные флюсы, изготовленные на основе оксидов марганца типа АН-348А, АН-

67, АН-39С [1]. В условиях СибГИУ проведен ряд работ по использованию в качестве аналогов таких сварочных флюсов шлака производства силикомарганца [2-5]. При этом существенное влияние на качественные показатели сварного шва оказывают режимы сварки. Целью данной работы является исследование влияния энерго - технологических режимов сварки под флюсом, изготовленным из шлака производства силикомарганца, на физико-механические свойства сварного шва, полученного при автоматической сварке проволокой Св-08ГА низколегированной стали 09Г2С под данным флюсом.

Для оценки сварочно-технологических свойств разрабатываемых флюсов была использована проба обогащенного шлакового щебня с химическим составом, мас. %: 0,42 FeO, 16,22 MnO, 29,00 CaO, 41,34 SiO_2, 6,53 Al_2O_3, 1,33 MgO, 0,24 S, 0,022 P, 0,008 ZnO, 0,031 C, 0,31 F, 0,15 TiO_2, 0,025 Cr_2O_3

Сварка образцов из стали 09Г2С толщиной 20мм, производилась встык без разделки кромок, сварочной проволокой Св-08ГА с помощью сварочного трактора ASAW-1250. Были исследованы различные режимы сварки, обеспечивающие необходимую глубину провара и отсутствие внешних дефектов (пор, трещин, раковин). Режимы сварки (таблица 2) образцов выбирались методом полнофакторного математического планирования эксперимента.

При испытании, исследовании, измерении было использовано оборудование НПЦ «Сварочные процессы и технологии» и Центра коллективного пользования «Материаловедение» СибГИУ.

Таблица 2 – Режимы сварки образцов

Номер эксперимента	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, см/мин	Погонная энергия, Дж/см
0	700	30	30	42000
1	600	28	28	36000
2	600	30	32	33750
3	600	32	30	38400
4	650	28	32	34125
5	650	30	30	39000
6	650	32	28	44571
7	700	28	30	39200
8	700	30	28	45000
9	700	32	32	42000

После проведения сварочных работ образцы вырезались для проведения следующих исследовании: определение химического состава сварных швов (таблица 3), изучение макро и микроструктуры, изучение твердости НВ (таблица 4), определение содержания водорода (таблица 3, рисунки 1,2), проведение механических испытаний (таблица 5).

Таблица 3 – Химический состав сварных швов

№ образ-ца	Массовая доля элементов, %											Содержание H, см^3/100г
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	Mo	Al	S	P	
0	0,11	0,41	1,16	0,05	0,31	0,15	0,002	0,10	0,009.	0,014	0,014	1,1
1	0,07	0,48	1,24	0,05	0,43	0,16	0,001	0,14	0,012	0,013	0,016	1,2
2	0,08	0,54	1,38	0,06	0,28	0,17	0,003	0,08	0,018	0,014	0,014	1,1
3	0,08	0,51	1,31	0,06	0,32	0,15	0,001	0,10	0,014	0,014	0,013	1,4
4	0,08	0,49	1,20	0,05	0,45	0,17	0,002	0,16	0,013	0,011	0,015	1,1
5	0,07	0,50	1,26	0,05	0,43	0,17	0,003	0,14	0,002	0,012	0,018	1,1
6	0,07	0,49	1,25	0,05	0,40	0,16	0,002	0,13	отс.	0,012	0,015	1,0
7	0,09	0,50	1,23	0,04	0,41	0,13	0,001	0,14	0,014	0,011	0,011	1,3
8	0,09	0,50	1,31	0,06	0,31	0,17	0,001	0,09	0,019	0,014	0,013	1,0
9	0,07	0,53	1,27	0,05	0,37	0,15	0,002	0,12	0,010	0,015	0,016	0,9

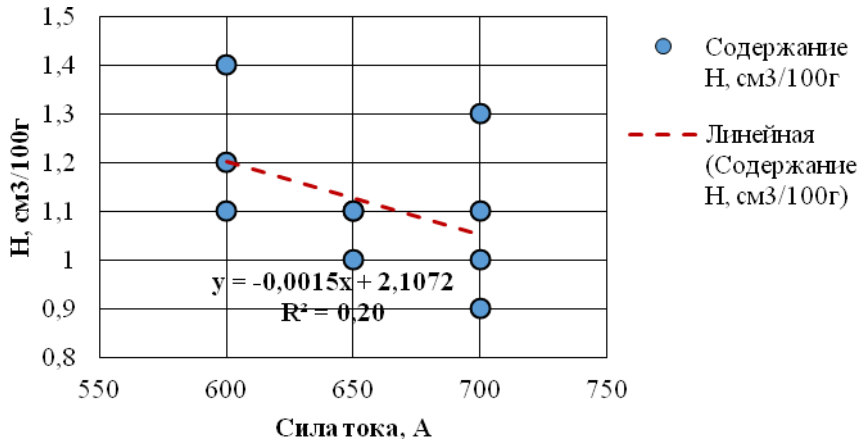

Рисунок 1- Зависимость содержания водорода в сварных швах от изменения силы тока при сварке

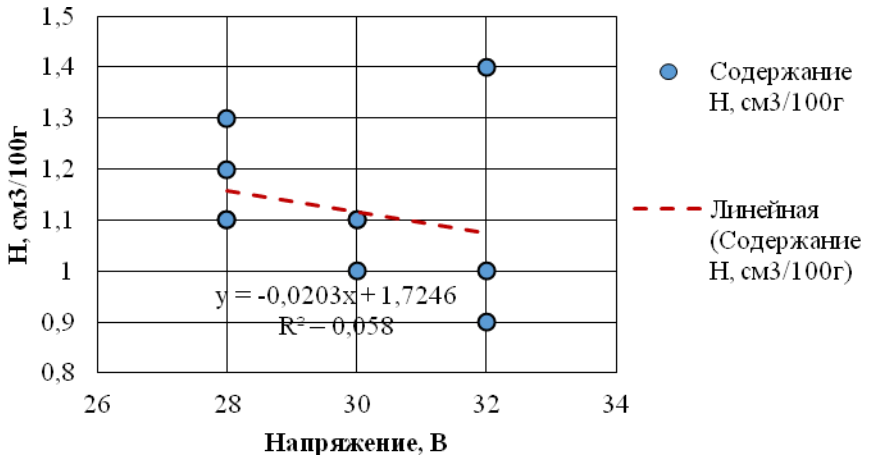

Рисунок 2- Зависимость содержания водорода в сварных швах от изменения напряжения при сварке

Твердость по Бринеллю (НВ) исследуемых сварных образцов измерялась с помощью твердомера УЗИТ-3 по схеме, представленной на рисунке 1. Результаты замеров приведены в таблице 4, и на рисунке 2.

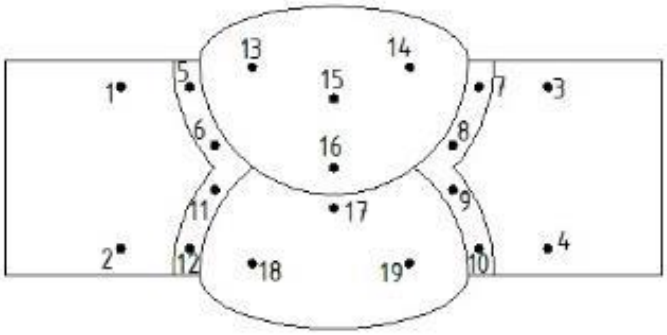

Рисунок 1 – Схема замера твердости сварных образцов

Таблица 4 – Замеры твердости сварных образцов, НВ

№ образца	Основной металл, точки												Сварной шов, точки						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	176	160	181	168	178	194	169	186	184	179	185	174	191	186	186	192	174	168	178
1	196	200	172	193	194	186	191	205	204	169	161	191	188	147	193	215	230	220	196
2	162	189	179	185	172	206	197	206	214	210	202	188	199	220	246	237	229	237	235
3	192	235	180	196	234	181	208	189	187	172	235	211	270	247	230	238	209	187	214
4	221	164	170	176	207	223	193	188	205	201	203	229	227	185	212	245	205	228	218
5	215	198	203	182	234	220	253	257	255	262	221	258	204	224	227	276	213	249	265
6	158	172	179	175	173	203	189	185	155	205	195	187	218	264	247	210	194	178	212
7	158	150	187	202	164	175	177	166	188	188	167	185	195	219	225	201	205	213	229
8	180	208	230	186	221	224	318	317	318	298	167	280	240	305	284	187	178	280	209
9	142	176	164	133	147	161	177	163	175	207	190	181	166	218	211	203	212	159	201

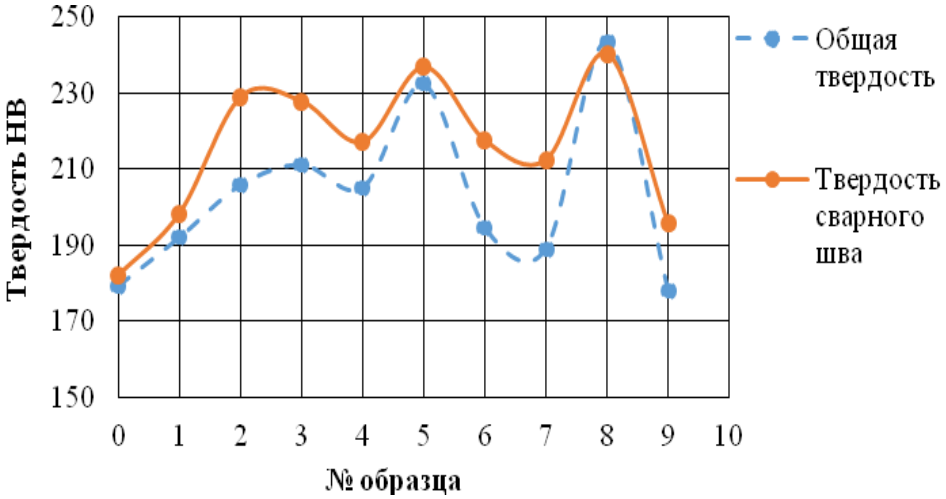

Рисунок 2 – Твердость НВ полученных образцов

Таблица 5 – Механические свойства сварных швов

№ образца	Временное сопротивление разрыву $\sigma_в$, н/мм^2	Предел текучести условный $\sigma_т$, н/мм^2	Относительное удлинение δ, %	KCV +20˚C	KCV -20˚C
0	576	482	21	68* 63-75**	22,3* 20-26**
1	563	470	21	59,6 49-81	20,3 15-31
2	582	481	22	64,3 60-69	20,6 17-25
3	560	430	21	66,3 52-77	32 27-35
4	570	459	21	59,33 56-62	30 27-32
5	570	466	22	67,3 59-73	32 31-33
6	563	462	21	59,3 53-65	29,6 27-34
7	572	456	21	70,6 63-85	30,6 27-33
8	570	464	21	58,3 53-67	29,3 23-33
9	553	440	22	62 55-68	23,3 18-27
Флюс АН-348А (Образец сравнения)	543	368	25	55 52-58	18 16-21
* - средние значения; ** - минимальные и максимальные значения.					

Выводы:

1. Полученные результаты проведенных исследований показали влияния изменения энерготехнологических режимов на изменения химического состава, физико-механических свойств сварных швов.

2. Содержание водорода в сварных швах указывает, что при прочих равных условиях, концентрация водорода зависит от силы тока, напряжения и скорости сварки. Все отобранные пробы удовлетворяют требованиям по содержанию водорода - концентрация водорода во всех пробах менее 2 см3/100г. 3. Исследуемые составы флюсов могут быть рекомендованы для наплавки деталей работающих в условиях абразивного износа.

3. Результаты исследования механических свойств указывают что применение флюса на основе шлака производства силикомарганца не уступают значениям при использовании сварочного флюса марки АН-348А.

Библиографический список

1. Сварочные материалы для дуговой сварки : справочное пособие. В 2 томах. Т. 1. Защитные газы и сварочные флюсы / Б.П. Конищев, С.А. Курланов, Н.Н. Потапов и др. ; под общ. ред. Н.Н. Потапова. – Москва : Машино-

строение, 1989 – С. 104.

2. Разработка новых сварочных флюсов на основе шлака силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев, А. Р. Михно, Л. П. Бащенко // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – № 6 (1422). – С. 55–66. – Библиогр.: с. 63.

3. Использование барий-стронциевого карбонатита при изготовлении сварочных флюсов на основе шлака производства силикомарганца / Р. Е. Крюков, Н. А. Козырев, Л. П. Бащенко, О. Е. Козырева, А. Р. Михно // Известия вузов. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61, № 8. – С. 596–600. – Библиогр.: с. 599.

4. Use of barium – strontium modifier in manufacturing welding flux based on silicomanganese slag for welding and surfacing mining equipment / N A Kozyrev, A R Mikhno, R E Kryukov, N F Yakushevich and A A Provodova // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 206 (2018) 012033 doi :10.1088/1755-1315/206/1/012033.

5. Use of silicomanganese slag and ladle electric steelmaking slag in manufacturing the welding fluxes for surfacing the mining equipment / N A Kozyrev, A R Mikhno, A A Usoltsev, R E Kryukov and A A Umanskiy // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 206 (2018) 012032 doi :10.1088/1755-1315/206/1/012032.

УДК 621.791:624

МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ СВАРНЫХ ШВОВ ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ НА ОСНОВЕ ШЛАКОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Постников А.В., Михно А.Р., Апанина В.О.
Научный руководитель: д-р техн. наук., профессор Попова М.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: Antoha19962010@mail.ru

В работе приведены результаты исследования наплавленных образцов выполненных с помощью наплавки под слоем флюса, изготовленных на основе ковшевого электросталеплавильного шлака, углерод-фторсодержащей добавки, стронций-бариевой флюс-добавки. Методами оптической микроскопии рассмотрено влияние состава сварочного флюса на неметаллические включения наплавленного слоя.

Ключевые слова: ковшевой электросталеплавильный шлак, неметаллические включения, наплавка под флюсом, углерод-фторсодержащая добавка, стронций-бариевая флюс-добавка, структура.

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 (СТОЙКСТЬ) 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., Апанина 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