

**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

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., Апапина 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.

Для удешевления производства и изготовления сварочных и наплавочных материалов, а также снижения уровня загрязненности по неметаллическим включениям в последнее время используются более легкоплавкие шлаковые системы, в том числе с применением техногенных отходов металлургического производства. Важным и перспективным направлением в сварочном производстве является разработка новых сварочных флюсов для наплавки с использованием техногенных металлургических отходов [1-3].

В качестве основы сварочного флюса использовали ковшевой электросталеплавильный шлак фракции менее 0,2 мм приготовленных с жидким стеклом в соотношении 62 % и 38 % соответственно. После чего осуществляли 24-часовую выдержку при комнатной температуре, с последующей сушкой в печи при температуре 300 °С, охлаждением, дроблением и просевом с выделением фракции 0,45мм.

Приготовление углерод-фторсодержащей добавки проводили следующим образом: мелкодисперсную пыль электрофильтров алюминиевого производства смешивали с жидким стеклом в соотношении 50% и 50% соответственно. После чего осуществляли 24-часовую выдержку при комнатной температуре, с последующей сушкой в печи при температуре 350 °С, далее смесь охлаждалась, дробилась и просеивалась с выделением фракции 0,45мм.

Приготовление стронций-бариевой флюс - добавки проводили путем смешения барий - стронциевого модификатора фракции менее 0,2мм с жидким стеклом в соотношении 75 % и 25 % соответственно; после чего осуществляли 24-часовую выдержку при комнатной температуре, с последующей сушкой в печи при температуре 300 °С, охлаждением, дроблением и просевом с выделением фракции 0,45-2,5мм.

После подготовки всех компонентов проводилось их смешение в различных соотношениях, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компонентный состав наплавочного флюса, %

Маркировка флюса	Ковшевой электросталеплавильный шлак	Барий-стронциевый модификатор	Углерод-фторсодержащая добавка
1	90	8	2
2	90	6	4
3	90	4	6
4	85	8	7
5	85	6	9
6	80	10	10

После подготовки флюса наплавку производили на образцах 300×150 мм толщиной 20 мм из листовой стали марки 09Г2С. Процесс наплавки проводили с помощью сварочной проволоки Св-08ГА диаметром 4 мм с использованием сварочного трактора ASAW-1250 на различных режимах.

Исходя из внешнего вида наплавленных образцов, был подобран оп-

тимальный режим наплавки (сила тока 680А, напряжение 28В, скорость сварки 28 м/ч), обеспечивающий удовлетворительный внешний вид и отсутствие пор и трещин.

После наплавки был проведен химический анализ, механические испытания на износ, испытания микротвердости данных образцов. Результаты химического анализа образцов, наплавленных с помощью различных вариантов флюса, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав наплавленных образцов, %

№ пробы	Массовая доля элементов, %													
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Ti	W	V	Mo	Al	Nb	S	P
1	0,09	0,40	0,68	0,04	0,74	0,17	0,003	0,017	0,002	0,27	0,031	0,007	0,16	0,018
2	0,09	0,73	0,68	0,04	0,75	0,15	0,003	0,020	0,001	0,28	0,195	0,006	0,17	0,026
3	-	0,51	0,71	0,04	0,71	0,15	-	0,007	-	0,26	0,057	0,009	0,17	0,015
4	0,14	0,43	0,69	0,04	0,72	0,16	-	0,003	0,001	0,26	0,011	0,009	0,16	0,025
5	0,17	0,78	0,71	0,04	0,79	0,17	0,004	0,013	0,002	0,29	0,191	0,009	0,16	0,025
6	0,16	0,64	0,70	0,04	0,78	0,16	0,002	0,019	-	0,28	0,169	0,009	0,16	0,021

Определение микротвердости в структурных составляющих наплавленного слоя проводилось с помощью цифрового микротвердомера HVS-1000. Во время испытаний нагрузка на образец составляла 100 кГс/мм², время выдержки – 10 с. Результаты испытаний микротвердости и износостойкости представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты износостойкости и микротвердости

№ образца	Скорость износа г/об·10 ⁻⁴	Микротвердость, HV
1	2,7352	157,44
2	1,3836	172,09
3	2,2800	180,62
4	1,6115	186,64
5	1,9954	213,41
6	1,8953	207,08

Согласно полученным данным (таблица 3), наибольшей износостойкостью обладает образец, наплавленный под флюсом с соотношением по мас. %: ковшевой шлак – 90 %, углерод-фторсодержащая добавка – 4 %, барий-стронциевый модификатор – 6 % (образец №2). Наибольшее значение микротвердости имеет образец, наплавленный под флюсом с соотношением мас. %: ковшевой шлак – 85 %, углерод-фторсодержащая добавка – 9 %, барий-стронциевый модификатор – 6 % (образец №5).

Металлографическое исследование проводилось на нетравленных микрошлифах с помощью оптического микроскопа OLYMPUS GX-51 при увеличении ×100. Результаты анализа на наличие неметаллических

включений в зоне наплавленного шва, проведенного согласно ГОСТ 1778-70, приведены на рис. 1 и в таблице 4. Баллы неметаллических включений устанавливали при просмотре всей площади наплавленных швов нетравленных шлифов. В каждом поле зрения определяли размеры отдельно по каждому виду неметаллических включений методом сравнения с эталонными шкалами.

Таблица 4 – Неметаллические включения в зоне наплавленного слоя

Образец №	Неметаллические включения, балл	
	Оксиды точечные	Силикаты недеформирующиеся
1	4а	3б
2	3а	2б
3	3а	3б
4	4а	4б
5	4а	4б; 3а
6	3а	3б

Согласно проведенным исследованиям, образец № 2, с компонентным составом: ковшевой шлак - 90 %, барий-стронциевый модификатор – 6 %, углерод-фторсодержащая добавка – 4 %, по сравнению с другими образцами имеет минимальный уровень загрязненности неметаллическими включениями.

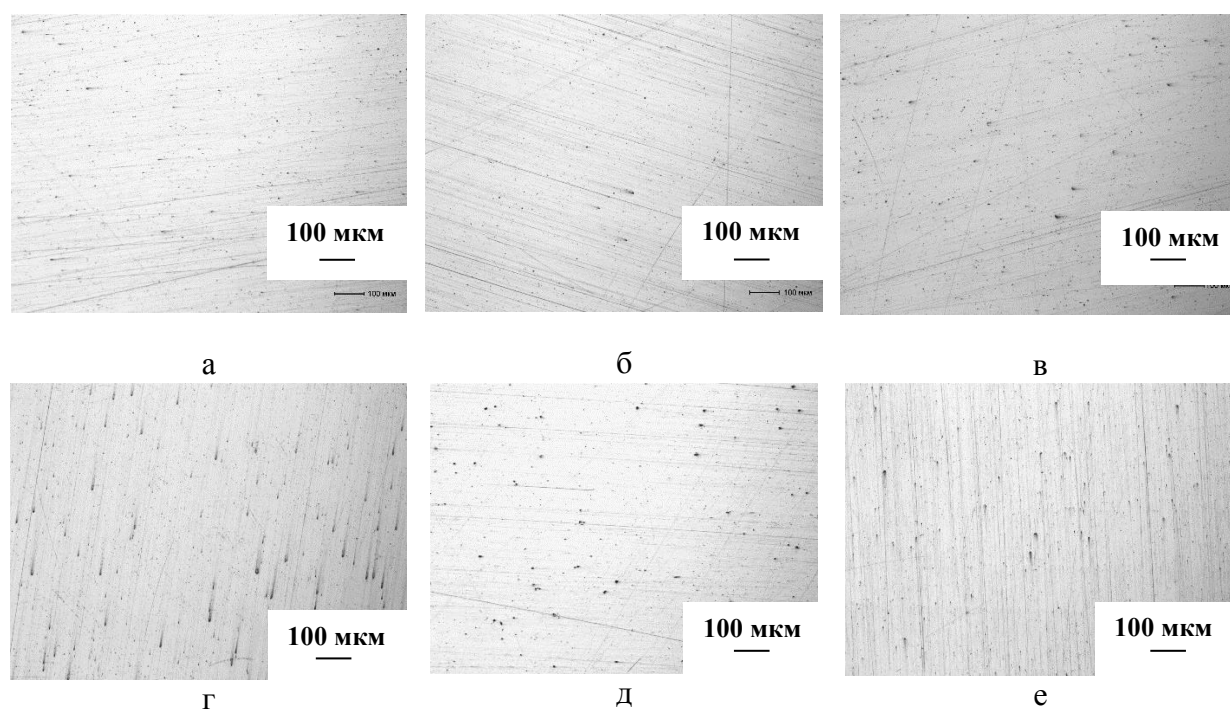


Рисунок 1 – Неметаллические включения в зоне наплавленного слоя на поверхности стали 09Г2С: а) образец 1; б) образец 2; в) образец 3; г) образец 4; д) образец 5; е) образец 6

Выводы:

1. По результатам данных исследований можно заключить, что

наименьшим уровнем загрязненности неметаллическими включениями обладают образцы, наплавленные под флюсом, содержащим ковшевой электросталеплавильный шлак – 90 %, барий-стронциевый модификатор – 6 %, углерод-фторсодержащая добавка – 4 %.

2. Результаты испытаний на микротвердость и износостойкость наплавленных слоев, показали, что наилучшие значения получены при наплавке под флюсом следующего состава, мас. %: ковшевой шлак - 85 %, барий-стронциевый модификатор – 6 %, углерод-фторсодержащая добавка – 9 % и ковшевой шлак - 90 %, барий-стронциевый модификатор – 6 %, углерод-фторсодержащая добавка – 4 %.

Библиографический список

1. Козырев Н.А. Исследование и разработка сварочных флюсов с использованием ковшевого электросталеплавильного шлака и барий-стронциевого модификатора для наплавки прокатных валков / Н.А. Козырев, Р.Е. Крюков, А.А. Уманский, А.Р. Михно, Л.В. Думова // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2018. – Т. 61. – № 4. – С. 274 – 279.

2. Титаренко В.И. Восстановительная наплавка валков прокатных станов порошковой проволокой / В.И. Титаренко, А.А. Голякевич, Л.Н. Орлов, В.В. Мосыпан, М.А. Бабенко, Д.В. Телюк, В.В. Тарасенко // Сварочное производство. – 2013. – № 7. – С. 29 – 32.

3. Наумов С.В. О фракционном составе сварочных флюсов / С.В. Наумов, Канина А.Е., А.М. Игнатова, М.Н. Игнатов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2012. – № 2. – С. 126 – 169.

УДК 621.1819

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭЦ

Шавлов И.С.

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Павловец В.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, e-mail: kafedra-tee@yandex.ru*

Проведена оценка применения золошлаковых отходов ТЭЦ в промышленном производстве. Показана роль золошлаковых отходов в структуре энерго- и ресурсосбережения. Представлены результаты исследования процесса получения строительных изделий из золошлаковых отходов ТЭЦ

Ключевые слова: золошлаковые отходы, промышленное производство, вяжущие свойства, строительные изделия, перспективы использования золошлаковых отходов ТЭЦ.

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