

СОВЕТ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ КУЗБАССА
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И МОЛОДЕЖНОЙ
ПОЛИТИКИ КУЗБАССА
ФГБОУ ВО «КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Материалы

ХI Инновационного конвента
«Кузбасс: образование, наука, инновации»

Кемерово, 08.02.2023 г.

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

УДК 001.89:378

И 66

Редакционная коллегия:

Кашталап Василий Васильевич, доктор медицинских наук, доцент, заведующий отделом патофизиологии мультифокального атеросклероза ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний»; лауреат Премии Кузбасса, Председатель Совета ученых Кузбасса.

Пфетцер Сергей Александрович, министр науки, высшего образования и молодежной политики Кузбасса.

Леухова Мария Геннадьевна, кандидат исторических наук, доцент, почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, проректор по молодежной политике и общественным коммуникациям ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Двадцатов Иван Викторович, председатель Совета молодых ученых ФГБНУ «Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний».

Шабалдин Никита Андреевич, кандидат медицинских наук, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Соболева Ольга Александровна, ведущий инженер-технолог лаборатории цитогенетики Института экологии человека ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН».

Николаев Петр Игоревич, кандидат технических наук, ученый секретарь, Председатель Совета молодых ученых Института угля ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН».

Пузикова Алена Игоревна, аспирант, специалист научно-инновационного управления, Председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия».

Немцев Александр Юльевич, председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Бабушкина Ольга Сергеевна, секретарь Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Вотолин Константин Сергеевич, кандидат химических наук, заместитель директора Института угля и химического материаловедения ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН».

Фейлер Дарья Тимуровна, преподаватель кафедры металлургии черных металлов ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет».

Ушаков Андрей Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Химическая технология твердого топлива», Председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева».

Рудов Михаил Сергеевич, ведущий специалист лаборатории геоинформационного моделирования Кемеровский филиал Федерального исследовательского центра «Институт вычислительный технологий СО РАН».

Порохнов Андрей Николаевич, младший научный сотрудник научно-инновационного управления ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», директор Центра «Дом научной коллаборации им. П.А. Чихачева».

Шишкина Ольга Олеговна, кандидат исторических наук, научный сотрудник научно-инновационного управления, Председатель Совета молодых ученых ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», секретарь Совета молодых ученых Кузбасса.

Носков Максим Алексеевич, методист ГАУДО КО РЦВПРС и ТДМ «Сириус. Кузбасс».

Юракова Алена Юрьевна, кандидат исторических наук, Председатель Совета молодых ученых, научный сотрудник лаборатории археологии ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН».

Алексеева Лариса Сергеевна, кандидат культурологии, преподаватель кафедры теологии и религиоведения ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный институт культуры».

Фибих Анастасия Павловна, магистр СКД, сотрудник научного управления ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный институт культуры».

Дмитриева Екатерина Валерьевна, кандидат технических наук, начальник редакции технических журналов управления научно-исследовательской деятельности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Формулевич Янина Васильевна, кандидат экономических наук, доцент кафедры бухгалтерского учета, анализа, аудита и налогообложения, заместитель директора по социальным, воспитательным вопросам института экономики и управления ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Виригин Алексей Алексеевич, начальник информационно-аналитического отдела АО «ЕВРАЗ-ЗСМК».

Новоселова Екатерина Сергеевна, ведущий специалист отдела подготовки персонала АО «Угольная компания «Кузбассразрезуголь».

Кононов Вячеслав Степанович, главный специалист ГАУ «Агенство развития общественных проектов и инициатив Кузбасса».

Лосева Анна Ивановна, кандидат технических наук, начальник управления научно-исследовательской деятельности ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

Просвирина Елена Владимировна, ответственный редактор сборника.

ISBN 978-5-8353-3105-5

В сборнике представлены труды школьников, студентов, аспирантов, молодых ученых по результатам инновационных исследований.

Работы посвящены инновационным аспектам в области строительства, медицины, энергетики, пищевой промышленности, экологии, образования, культуры, биотехнологии и др.

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

ISBN 978-5-8353-3105-5

ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431

УДК 001.89:378

© Авторы научных статей, 2023

Оглавление

СЕКЦИЯ «ГОРНОЕ ДЕЛО». «СТРОИТЕЛЬСТВО». «МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ». «ЭНЕРГЕТИКА»	16
Вишняк В.В. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЛОКАЛЬНЫХ ТЕПЛО- ВЫХ ИСТОЧНИКОВ НА ОСНОВЕ СЛОЕВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ НЕПРЕ- РЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ	17
Герасимов А.В. ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ПЕРВОНАЧАЛЬ- НОГО БЛОКА	20
Кулик Д.П. ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ СУСПЕН- ЗИЙ ПРИ ИНЪЕКЦИОННОМ ТАМПОНАЖЕ В ТРЕЩИНОВАТО-ПОРИСТОЙ СРЕДЕ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА	24
Тоток И.В. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ.....	28
Фасхутдинова Е.Р. МИКРОБНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ	32
Чурин А.А. ИННОВАЦИОННЫЙ ВСКРЫТО-ПОДЗЕМНЫЙ СПОСОБ ДОБЫЧИ УГЛЯ.....	35
СЕКЦИЯ «ИНДУСТРИЯ 4.0 В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ».....	38
Анисимова Ю.С. УЧЁТ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ КАК СРЕДСТВО ОХРАНЫ ТРУДА	39
Гейгер Я.Е. МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЦИФРОВОГО ЗРЕНИЯ	41
Гейгер Я.Е. ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПРОТОКОЛОВ РЕЗЕРВИРОВАНИЯ ПРОМЫШ- ЛЕННЫХ СЕТЕЙ ETHERNET В СИСТЕМЕ АСУ ТП.....	44
Гололобова С.Н. РОБОТИЗАЦИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ПРОИЗВОД- СТВЕ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ	47
Дудка К.М. ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫХ КОМПЛЕКСАХ.....	50
Задесенец А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ В РАБОЧЕМ ОБЪЕМЕ ДЕГИДРАТОРА	52
Кузчуткумов М.В. ЗАМЕНИТЕЛИ МОЛОКА НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ БЕЛКОВ И МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ	56
Кузьмина Н.В. ПОЛУЧЕНИЕ СЫПУЧИХ КОМПОЗИЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ БАРА- БАННОГО СМЕСИТЕЛЯ	60

СЕКЦИЯ «ПРИКЛАДНАЯ ХИМИЯ». «ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И УГЛЕХИМИЯ».	
«МЕТАЛЛУРГИЯ»	398
Бабушкина О.С. ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УГЛЕХИМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПРЕВРАЩЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ПРИМЕРЕ АЛКИЛИРОВАНИЯ БЕНЗОЛА	399
Боголюбова И.В. ОБРАБОТКА ДАННЫХ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКОГО СРЕДСТВА	402
Брызгалов Л.П. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕЙ МАРКИ ДОМ (АО ХК «СДС-УГОЛЬ») С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ОПЫТНОЙ ПАРТИИ КАРБОНИЗАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕГО СВОЙСТВ	406
Букреева А.Ю. ВЛИЯНИЕ СОДЕРЖАНИЯ КОМПОНЕНТОВ ИСХОДНОЙ СЫРЬЕВОЙ СМЕСИ НА СВОЙСТВА ПОЛУЧАЕМОГО ФОРМОВАННОГО ТОПЛИВА	410
Волков В.Д. ПИРОЛИЗ БУРОГО УГЛЯ ИНФРАКРАСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ НАНОСЕКУНДНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ.....	414
Волков Д.М. СОЗДАНИЕ ЕМКОСТНОГО ДАТЧИКА ДЕФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ СЕТОК ОДНОСЛОЙНЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК.....	419
Захаров Н.С. ФОРМИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННО НЕВИДИМОЙ ФАЗЫ В НАНОСТРУКТУРИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ FePt.....	423
Кашанский В.С. ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НАНЕСЕННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ	426
Лепихов В.С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДИСПЕРСНОСТИ ОКСИДА ВОЛЬФРАМА ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ В СТРУЙНОМ ПЛАЗМЕННОМ РЕАКТОРЕ.....	428
Лопатина А.О. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА В КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКЕ.....	434
Михно А.Р. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ	438
Немцев А.Ю. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОУГОЛЬНОМ РАСТВОРЕ НА ОСНОВЕ КЛЕТОЧНО-АВТОМАТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....	442
Пыкин А.Л. НАНОКОМПОЗИТНЫЕ КРИОГЕЛИ НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА И УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК.....	446

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРОЧНЫХ ФЛЮСОВ

Михно Алексей Романович

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»

Крюков Роман Евгеньевич, д.т.н.

mikmo-mm131@mail.ru

Оценена возможность использования в качестве новых сварочных флюсов шлаков металлургического производства Кузбасса. Представлены алгоритмы проведения исследования флюса на основе шлака силикомарганца. Проведен анализ сравнения результатов проведения сварочных и наплавочных работ проволокой Св-08ГА и порошковой проволоки ПП-Нп-35В9Х3СФ с флюсом сравнения марки АН-348А. Определены механические характеристики полученных образцов. Изучена газонасыщенность сварного соединения, определен состав неметаллических включений.

Ключевые слова: сварка, наплавка, отходы металлургического производства, шлак производства силикомарганца, барий-стронциевый карбонатит, порошковая проволока.

USE OF TECHNOGENIC RAW MATERIALS OF METALLURGICAL PRODUCTION FOR MANUFACTURING WELDING FLUXES

Mikhno A.R., Kryukov R.E. Doctor of Technical Sciences, Siberian State Industrial University

The possibility of using slags from the metallurgical production of Kuzbass as new welding fluxes is evaluated. Algorithms for conducting a study of a flux based on silicomanganese slag are presented. An analysis of the comparison of the results of welding and surfacing with Sv-08GA wire and PP-Np-35V9Kh3SF flux-cored wire with comparison flux AN-348A was carried out. The mechanical characteristics of the obtained samples were determined. The gas saturation of the welded joint was studied, the composition of non-metallic inclusions was determined.

Key words: welding, surfacing, metallurgical production waste, silicomanganese production slag, barium-strontium carbonatite, flux-cored wire.

На сегодняшний день одним из приоритетных направлений в науке является вопрос импортозамещения. Высококачественная продукция отечественного производства способна не только в полной мере заменить импортные аналоги на внутреннем рынке, но и успешно конкурировать с ними за рубежом. Вопросами изготовления сварочных флюсов в России занимается достаточное количество ученых [1-3], но большинство из них используют первородное минеральное сырье. Например разработан плавлено-керамических флюс с использованием минерального сырья Дальневосточного региона для наплавки деталей [4]. Для изготовления сварочных материалов также возможно использование минерального сырья Урала [5,6]. Немаловажным является использование техногенного сырья для изготовления сварочных материалов, так в условиях Комсомольске-на-Амуре государственном университете, была проведена работа по разработке экспериментального флюса путем переработки техногенных и минералогических отходов с применением индукционного переплава [7].

В условиях СибГИУ активно ведется работа по использованию техногенного сырья металлургического производства для изготовления сварочных и наплавочных материалов. Так например, пыль газоочистки алюминиевого производства возможно использовать при изготовлении флюс-добавок и порошковых проволок [8,9], использование данного материала позволяет снизить газонасыщенность сварного соединения и увеличить твердость и износостойкость наплавленного слоя. Еще одним материалом для изготовления сварочного флюса может послужить ковшевой электросталеплавильный шлак от производства рельсовой стали [10,11], использование данного материала позволяет снизить стоимость проведения наплавочных работ малоответственных конструкций.

Одним из перспективных материалов сегодня является шлак от производства ферросиликомарганца. Использование данного материала позволит не только снизить стоимость проведения сварочных и наплавочных работ, но и импортозаместить сварочный флюс марки АН-348А. Исследования данного материала [12-15] проводились согласно стандартах методик по испытанию сварочных флюсов.

Первый этап проведения научного исследования заключался в определении фракционного состава разработанного флюса и проведение оптимизации режимов проведения сварки и наплавки образцов с использованием проволоки сплошного сечения. В исследованиях использовался шлак с химическим составом, масс.: FeO-0,50; MnO-15,95; CaO-28,15; SiO₂-41,07; Al₂O₃-6,95; MgO-1,78; C-0,029; F-0,21; TiO₂-0,16; S- 0,21, P-0,02. Наплавка и сварка образцов выполнялась с использованием пластин марки 09Г2С на оборудовании НПЦ «Сварочные процессы и технологии».

Вторым этапом проводились сравнительные исследования флюсов марки АН-348А, АН-26С, ОСЦ-45. В результате проведения исследования выявлено, что химический состав наплавленного слоя выполненного с использованием разработанного флюса имеет повышенные значения марганца и серы, что в свою очередь дает более высокие показатели по твердости и износостойкости наплавленного слоя. Никаких особых изменений микроструктуры при наплавке под опытными флюсами не выявлено.

Использование разработанного материала для целей проведения сварочных работ позволяют выполнять сварное соединение с допустимой газонасыщенностью сварного соединения. Все отобранные пробы удовлетворяют требованиям по содержанию водорода - концентрация водорода во всех пробах менее 2 см³/100г. Отмечено, что по степени формирования в сварных швах наибольшее количество оксидных включений находится в виде алюминатов, затем следуют силикаты и соответственно алюминаты кальция, силикаты кальция, магниевые шпинели. Механические испытания сварных образцов указывают на увеличение механических свойств сварного шва. Результаты исследования механических свойств указывают что применение флюса на основе шлака производства силикомарганца не уступают значениям при использовании сварочного флюса марки АН-348А

№ эксперимента	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
Сталь 09Г2С по ГОСТ 19282-73	≥470	≥325	≥21	≥59	≥34

* - средние значения; ** - минимальные и максимальные значения.

С целью проведения модифицирование и рафинирование наплавленного слоя и сварного соединения были проведены исследования по введению в состав флюса на основе шлака силикомарганца флюс-добавки на основе барий-стронциевого карбоната. Проведенная серия экспериментов показала принципиальную возможность применения барий-стронциевого карбоната в качестве рафинирующей и газозащитной добавки для сварочных флюсов. Отмечено, что использование смеси барий-стронциевого карбоната с жидким стеклом в качестве добавки предпочтительнее по отношению с применением добавки в виде пыли. Разработанные добавки на основе барий-стронциевого карбоната позволяют снизить загрязненность наплавленного металла неметаллическими включениями, а также повысить десульфурную и дефосфорную способность сварочных флюсов. С точки зрения загрязненности металла, оптимальным является использование не более 8% добавки барий- стронциевой добавки.

Одной из немаловажной особенностью при проведении ремонтно-восстановительных работ, является способность флюса к наименьшему угару легирующих элементов при проведении наплавки порошковыми проволоками. В лабораторных условиях дополнительно были проведены исследования по наплавке образцов порошковой проволокой марки ПП-НП-35В9Х3СФ (рис.1). Никаких особых изменений при наплавке под опытными флюсом порошковой проволокой 35В9Х3СФ не выявлено. Отличительной

особенностью исследуемого флюса является повышенное содержание серы и пониженное фосфора, микроструктура без особых отличий, загрязненность неметаллическими включениями без особых отличий. Макроструктура исследуемых образцов, наплавленных под исследуемыми флюсами, указывает на то, что укрупненные свойства рассматриваемых флюсов одинаковы.

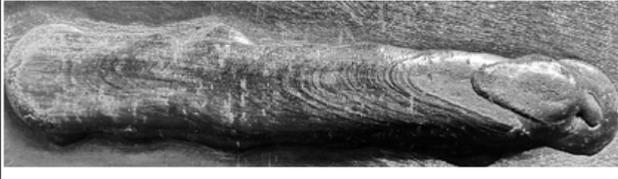
№ образца	Флюс	Внешний вид
12.1	АН-348А	
12.2	MnO 12-16%	

Рис. 1. Внешний вид наплавленного слоя порошковой проволокой 35В9ХЗСФ с использованием флюса АН-348А и разработанного флюса

Таким образом, проведенные исследования указывают на высокую перспективность использования техногенных отходов металлургического производства при изготовлении сварочных материалов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Фонда содействия инновациям в рамках научного проекта №17707ГУ/2022 «Разработка технологии производства сварочных (наплавочных) флюсов, изготовленных из техногенных отходов металлургического производства».

Список литературы:

1. Формирование гранул керамического флюса из техногенных образований месторождений минерального сырья в воздушном потоке скоростного смесителя-гранулятора периодического действия / С.В. Наумов, А.Е. Канина, А.М. Игнатова, М.Н. Игнатов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 2. – С. 170-176.
2. Макиенко, В. М. Разработка шлаковой основы флюсов ильменито-флюоритного типа с использованием минерального сырья Дальневосточного региона / В. М. Макиенко, А. В. Атеняев, В. Б. Соколов // Вестник института тяги и подвижного состава. – 2021. – № 17. – С. 3-10. – EDN SXGZIJ.
3. Ремонт вооружения, военной и специальной техники при помощи сварки под флюсом с использованием сварочных материалов из минерального сырья Уральского региона / А. Г. Журба, С. В. Наумов, В. А. Белинин [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2020. – Т. 11. – № 1. – С. 59-61.
4. Разработка шлаковой основы легирующих флюсов с использованием минерального сырья Дальневосточного региона / Х. С. Ри, В. М. Макиенко, Т. В. Белоус [и др.] // Сварка и диагностика. – 2021. – № 3. – С. 39-44. – DOI 10.52177/2071-5234_2021_03_39.
5. О фракционном составе сварочных флюсов / С.В. Наумов, А.Е. Канина, А.М. Игнатова, М.Н. Игнатов // Научно-технический вестник Поволжья. – 2013. – № 2. – С. 166-169.
6. Игнатова, А. М. Разработка шлаковой основы для сварочных материалов из минерального и техногенного сырья Урала / А. М. Игнатова, М. Н. Игнатов, С. В. Наумов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2015. – № 10(1390). – С. 67-79.
7. Добривский, Д. А. Создание экспериментального сварочного флюса на основе техногенных и минералогических отходов путем индукционного переплава / Д. А. Добривский, Б. М. Соболев, Е. А. Старцев // Молодежь и наука: актуальные проблемы фундаментальных и прикладных исследований : Материалы IV Всероссийской национальной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 4-х частях, Комсомольск-на-Амуре, 12–16 апреля 2021 года. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре государственный университет, 2021. – С. 27-29.
8. Разработка порошковой проволоки для наплавки горнорудного оборудования, работающего в условиях ударно-абразивного износа / А. И. Гусев, Н. А. Козырев, А. А. Усольцев [и др.] // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 282-287.
9. Разработка новых сварочных флюсов с использованием углеродфторсодержащих добавок / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, Н. Е. Крюков [и др.] // Теория и технология металлургического производства. – 2018. – № 3(26). – С. 17-25.
10. Использование ковшевого электросталеплавильного шлака в качестве флюс-добавки при изготовлении сварочных флюсов / А. Р. Михно, Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков [и др.] // Металлургия: технологии, инновации, качество : Труды XXI Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Новокузнецк, 23–24 октября 2019 года / Под редакцией Е.В. Протопопова. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2019. – С. 267-271.
11. Разработка новых сварочных флюсов с использованием ковшевого электросталеплавильного шлака и барий-стронциевого модификатора / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. Р. Михно, А. А. Уманский // Металлургия: технологии,

- инновации, качество : труды XX Международной научно-практической конференции: в 2 частях, Новокузнецк, 15–16 ноября 2017 года. – Новокузнецк: Сибирский государственный индустриальный университет, 2017. – С. 288-292.
12. Влияние газонасыщенности на физикомеханические свойства сварного шва, выполненного под флюсом, изготовленным из шлака, получаемого при производстве силикомарганца / Н. А. Козырев, А. А. Усольцев, Р. Е. Крюков [и др.] // *Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации*. – 2020. – Т. 76. – № 10. – С. 1043-1050. – DOI 10.32339/0135-5910-2020-10-1043-1050.
13. Разработка новых сварочных флюсов на основе шлака силикомарганца / Н. А. Козырев, Р. Е. Крюков, А. А. Усольцев [и др.] // *Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации*. – 2018. – № 6(1422). – С. 55-67.
14. Study of hydrogen concentration in the weld seam during welding of mining equipment / A. A. Usoltsev, N. A. Kozyrev, A. R. Mikhno, R. E. Kryukov, V. Ya. Tsellermayer. – DOI 10.1088/1755-1315/823/1/012029 // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2021. – Vol. 823. – [012029, 5 p.]. – Bibliography: p. 4 (13 titles)
15. Патент № 2772822 С1 Российская Федерация, МПК В23К 35/362. Флюс для механизированной сварки и наплавки сталей : № 2021128315 : заявл. 27.09.2021 : опубл. 26.05.2022 / А. Б. Юрьев, Н. А. Козырев, А. Р. Михно [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный индустриальный университет", ФГБОУ ВО "СибГИУ".