

РАЗРАБОТКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА.....	3
В.И. Исаев, М.Ф. Галиева, Г.А. Лобова, А.Н. Фомин	
ОЧАГИ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИХ АККУМУЛЯЦИЯ В ДОЮРСКОМ РАЗРЕЗЕ ОСТАНИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	3
И.Г. Ященко	
СВОЙСТВА ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫХ НЕФТЕЙ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ СИБИРИ.....	13
ГЕОТЕХНОЛОГИЯ И ГЕОМЕХАНИКА.....	28
С.Н. Харламов, М. Джангхорбани	
МОДЕЛИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ НЕФТЕГАЗОВЫХ СКВАЖИН ОТ БУРОВОГО ШЛАМА.....	28
В.А. Домаренко, Б.К. Кенесбаев, Е.В. Перегудина, А.Я. Пшеничкин	
ЛИТОЛОГО-ФАЦИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФОРМИРОВАНИЯ, РАЗМЕЩЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ЖЕЛЕЗО-РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	38
В.А. Домаренко, Б.К. Кенесбаев, Е.В. Перегудина, А.Я. Пшеничкин	
К ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ КОМПЛЕКСНЫХ ЖЕЛЕЗО- РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ РУД ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО ПОЯСА НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ БАКЧАРСКОГО РУДНОГО УЗЛА (ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	52
МЕТАЛЛУРГИЯ.....	67
В.В. Солоненко, Е.В. Протопопов, М.В. Темлянец, Н.Ф. Якушевич, Н.А. Чернышева	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТЕРЬ МЕТАЛЛА ПРИ ПРОДУВКЕ КОНВЕРТЕРНОЙ ВАННЫ ПОГРУЖНЫМ ГАЗОКИСЛОРОДНЫМ ФАКЕЛОМ.....	67
Е.А. Пинаев, М.В. Темлянец, Е.Н. Темлянцева, Н.И. Кувшинникова	
ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ЧУГУННЫХ СЕКЦИЙ ГАЗОСБОРНЫХ КОЛОКОЛОВ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ ЭКОСОДЕРБЕРГ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ.....	87
Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.Р. Михно, А.А. Усольцев	
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КОНТАКТНОГО ПОДОГРЕВА СТАЛИ Э76ХФ НА ТРАНСФОРМАЦИЮ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ.....	95
Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, А.А. Усольцев, А.Р. Михно	
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КОНТАКТНОГО ПОДОГРЕВА СТАЛИ Э76ХФ НА МИКРОСТРУКТУРУ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЕЛЬСОВ.....	102
АГРОТЕХНОЛОГИИ.....	110
В.И. Мяленко, А.А. Косолапова	
ФРАГМЕНТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОРУДИЙ ТРУДА ДРЕВНЕГО ЗЕМЛЕДЕЛЬЦА.....	110
О.И. Степанова	
УСТОЙЧИВОСТЬ ПОЧВ В АГРЦЕНОЗАХ.....	116

БИОМЕДЕЦИНА И ЭКОЛОГИЯ.....	138
В.В. Агаджанян, И.М. Устьянцева, С.А Кравцов, А.А. Пронских, А.А. Милуков, А.В. Новокшенов, Л.М. Афанасьев	
НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	138
А.В. Новокшенов, О.А. Якушин	
ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПРИ ТРАВМЕ ПОЗВОНОЧНИКА И СПИННОГО МОЗГА В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ.....	146
О.А. Якушин, А.В. Новокшенов	
ОСЛОЖЕНИЯ У БОЛЬНЫХ В ОСТРОМ ПЕРИОДЕ ПОЗВОНОЧНО-СПИННОМОЗГОВОЙ ТРАВМЫ.....	152
ЭНЦИКЛОПЕДИЧЕСКИЕ ЗНАНИЯ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ.....	159
Ю.П. Холюшкин	
ВСЕОБЩАЯ СИСТЕМНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ НАУК КАК СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНЫХ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СПОСОБНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА.....	159
Е.Г. Оршанская	
КРИТЕРИИ И ПРИЗНАКИ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МОДЕЛЬ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО РЕЧЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ.....	168
Е.Г. Оршанская	
РЕАЛИЗАЦИЯ БИЛИНГВАЛЬНОЙ ГИБКОСТИ В ПРОЦЕССЕ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ ПРИ ОБУЧЕНИИ СТУДЕНТОВ ВУЗА.....	175
ЮБИЛЕИ.....	183
РЕФЕРАТЫ.....	186

Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.Р. Михно, А.А. Усольцев

**ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КОНТАКТНОГО ПОДОГРЕВА СТАЛИ Э76ХФ
НА ТРАНСФОРМАЦИЮ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ**

ФГБОУ ВО Сибирский государственный индустриальный университет,

г. Новокузнецк

Качество сварного соединения рельсов, изготовленных электроконтактным способом сварки, зависит от многих факторов [1 – 6]. Результаты проведенных исследований по влиянию режимов электроконтактной сварки с последующей изотермической выдержкой образцов из рельсовой стали показали, что у полученных сварных стыков наблюдаются низкие пластические свойства, вне зависимости от наличия закалочных структур в металле шва и зоне термического влияния [7, 8]. Вероятнее всего, это происходит по причине наличия несплошностей металла в зоне сварного соединения, а именно из-за оксидных неметаллических включений. Причиной этого может быть тот фактор, что контактную стыковую сварку оплавлением рельсов выполняют на воздухе, без защиты сварочной ванны от окружающей среды, которая, в свою очередь, возможно способствует образованию неметаллических включений. В ходе дальнейших сварочных операций неметаллические включения должны выдавливаться в грат при осадке и удаляться вместе с гратом. По данным работы [9] образование неметаллических включений в металле шва возможно при присутствии их в свариваемом рельсовом металле, причем в сталях, загрязненных примесями, вероятность образования дефектов по линии сварки выше, чем в чистых сталях. Это обусловлено тем, что в слое жидкого металла на поверхности торцов происходит сегрегация примесей основного металла. Ввиду неравномерного выдавливания жидкого металла в процессе деформации торцов на отдельных участках, например в наиболее глубоких кратерах, происходит скопление жидкого металла и, соответственно, неметаллических включений. Такие участки и имеют пониженные механические свойства. Кроме того, в ряде случаев наблюдаемые в изломах по линии сварки неметаллические включения,

принимаемые обычно за дефекты сварки, являются в действительности пороками основного металла. При этом следует отметить, что одной из основных причин вывода рельсов из эксплуатации являются скопления неметаллических включений в зоне сварного стыка [10], а сами неметаллические включения могут образовываться как при производстве стали (при выплавке, внепечной обработке, разливке стали), так и непосредственно при сварке рельсов в плети. Потому вопросам образования неметаллических включений и их трансформации при сталеплавильном производстве и сварке рельсов уделяется большое внимание [11, 12].

Материалы и методы исследования

В лабораторных условиях проведено исследование неметаллических включений, образующихся при электроконтактной сварке с последующей изотермической выдержкой рельсовой стали. Для проведения сварки стали марки Э76ХФ использовали образцы, вырезанные из головки рельса сечением 10×30 мм и длиной 90 мм (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав образцов рельсовой стали

Образец	Массовая доля элемента, %								
	C	Mn	Cr	Si	V	Al	P	S	Cu
0	0,74	0,84	0,37	0,26	0,04	0,002	0,009	0,010	0,10
1	0,76	0,77	0,36	0,53	0,04	0,003	0,010	0,007	0,08
2	0,77	0,80	0,38	0,56	0,04	0,002	0,008	0,006	0,10
3	0,76	0,77	0,36	0,53	0,04	0,003	0,010	0,007	0,08
4	0,76	0,77	0,36	0,53	0,04	0,003	0,010	0,007	0,08
5	0,74	0,79	0,38	0,55	0,06	0,002	0,009	0,005	0,11

Контактно стыковая сварка непрерывным оплавлением проводилась на машине МС – 20.08 по режиму: $I_2 = 11,7$ кА, $U_2 = 5,76$ В, $\Delta_{\text{опл}} = 10$ мм, $V_{\text{опл}} = 1$ мм/с (где I_2 – вторичный ток; U_2 – вторичное напряжение; $\Delta_{\text{опл}}$ – припуск на оплавление; $V_{\text{опл}}$ – скорость оплавления).

После сварки исследуемых образцов в момент охлаждения проводился дополнительный подвод тепла путем пропускания через сварной стык переменного электрического тока по заданным режимам, образцом сравнения проведенных исследований является образец 0, изготовленный без

дополнительного пропускания тока после контактной стыковой сварки непрерывным оплавлением. Режимы контактного подогрева образцов стали Э76ХФ приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Режимы контактного подогрева образцов стали Э76ХФ

Образец	Время охлаждения после осадки, с	Время подогрева, с	Время охлаждения после подогрева, с	Количество импульсов подогрева, с
1	30,0	0,6	15,0	2
2	27,5	0,6	12,5	3
3	25,0	0,6	15,0	4
4	25,0	0,6	15,0	2
5	25,0	0,6	10,0	2

Исследование изготовленных образцов стали на неметаллические включения проводилось с использованием металлографического микроскопа OLYMPUS GX-51 при увеличении 100 крат методом сравнения с эталонными шкалами в соответствии с ГОСТ 1778 – 70.

Изучение уровня загрязненности неметаллическими включениями проводили на образцах до сварки, как и после сварки в зоне сварного стыка.

Результаты

На рис. 1 и 2 представлен внешний вид неметаллических включений в основном металле и в зоне сварного шва. Выявленные неметаллические включения являются типичными для включений, образующихся в металле при выплавке рельсовой стали. Результаты оценки степени загрязненности неметаллическими включениями металла приведены в табл. 3, 4.

Представленные данные в таблице 3 указывают на присутствие в основном металле неметаллических включений в виде оксидов точечных, силикатов пластичных, недеформирующихся и хрупких и строчечных нитридов. Проведенные исследования загрязненности образцов показали, что в зоне основного металла выявлены неметаллические включения, схожие с присутствующими в зоне сварного шва. Было установлено, что в основном металле наибольший уровень загрязненности неметаллическими включениями

наблюдается на образце 5, а с низким уровнем загрязненности – на образцах 4 и 6.

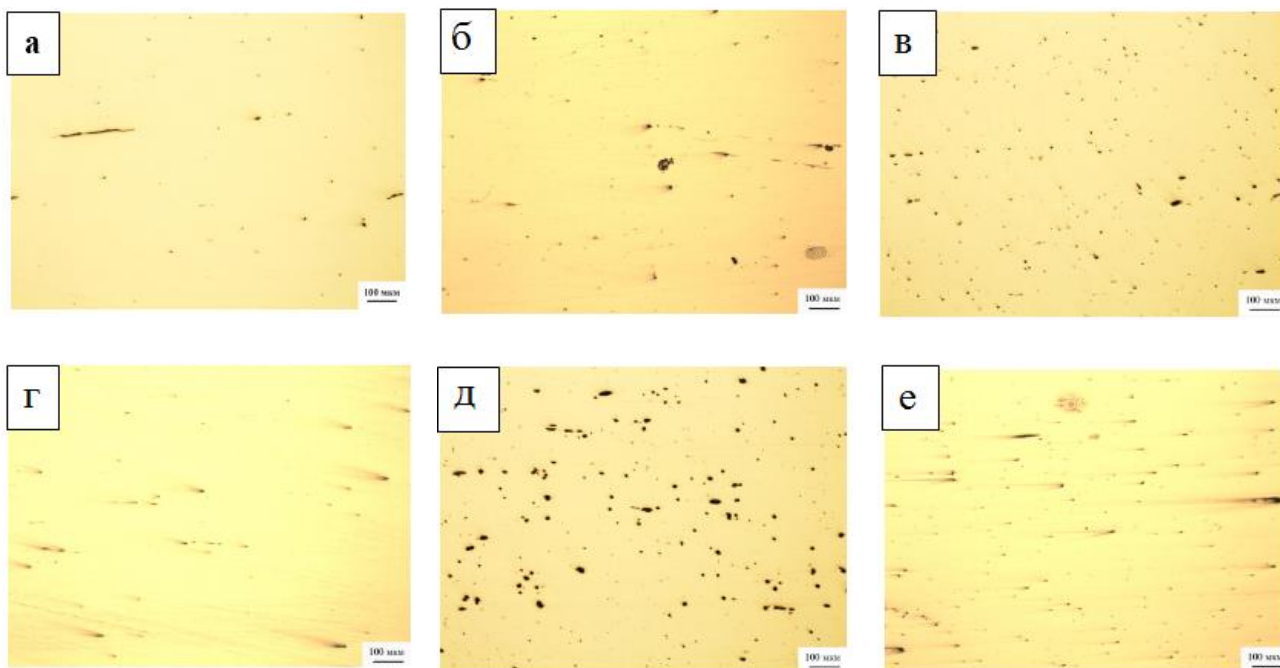


Рисунок 1 – Неметаллические включения основного металла:

а – образец 0; б – образец 1; в – образец 2; г – образец 3;

д – образец 4; е – образец 5

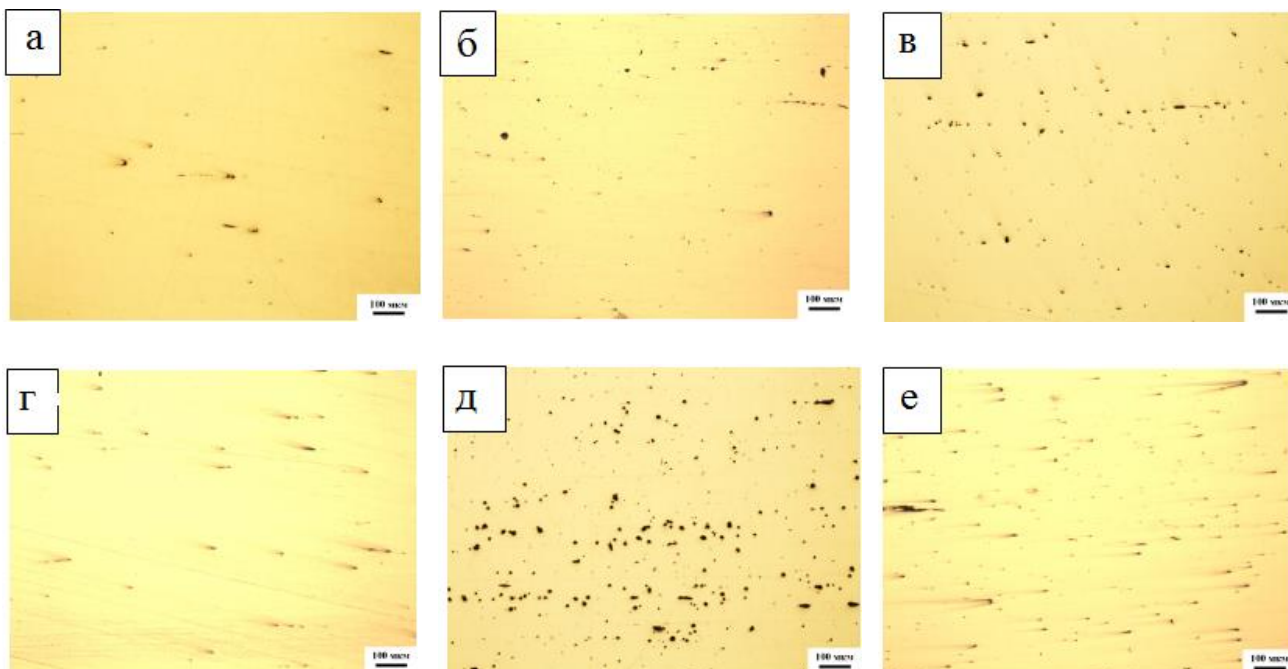


Рисунок 2 – Неметаллические включения сварного шва стали марки Э76ХФ:

а – образец 0; б – образец 1; в – образец 2; г – образец 3;

д – образец 4; е – образец 5

Таблица 3 – Виды неметаллических включений основного металла стали Э76ХФ

Образец	Типы неметаллических включений по образцам, балл					
	Оксиды точечные	Силикаты пластичные	Силикаты недеформирующиеся	Силикаты хрупкие	Нитриды строчечные	Среднее значение
0	1 (а)	3 (а)	–	–	2 (а)	1,2
1	1 (а)	4 (а)	5 (а)	–	–	2
2	1 (а)	–	–	1 (а)	3 (а)	1
3	1 (а)	2 (а)	1 (а)	–	–	0,8
4	4 (а)	4 (б)	–	2(а)	2 (а)	2,4
5	1 (а)	2 (б)	–	–	–	0,6

Таблица 4 – Виды неметаллических включений сварного шва стали Э76ХФ

Образец	Типы неметаллических включений по образцам, балл					
	Оксиды точечные	Силикаты пластичные	Силикаты недеформирующиеся	Силикаты хрупкие	Нитриды строчечные	Среднее значение
0	1 (а)	3 (а)	–	–	2 (а)	1,2
1	1 (а)	4 (а)	5 (а)	–	–	2
2	1 (а)	–	–	1 (а)	3 (а)	1
3	1 (а)	2 (а)	1 (а)	–	–	0,8
4	4 (а)	4 (б)	–	2(а)	2 (а)	2,4
5	1 (а)	2 (б)	–	–	–	0,6

По приведенным в табл. 4 результатам можно сделать вывод, что в зоне сварного шва преобладают неметаллические включения в виде точечных оксидов. В этой области наблюдается загрязненность пластинчатыми, недеформируемыми и хрупкими силикатами и строчечными нитридами. Среди всех образцов выявлено, что наиболее загрязненным является образец 5, а с низким уровнем неметаллических включений – образцы 4 и 6.

Таким образом, неметаллические включения, находящиеся в основном металле, вне зоны шва, типичны для включений, образующихся при выплавке, что свидетельствует о шлаковом характере их происхождения, а контактная стыковая сварка не оказала влияния на образование новых неметаллических включений во время сварки в образцах.

Выводы

1. На основании полученных данных проведенного исследования было установлено, что режимы контактной стыковой сварки непрерывным оплавлением не оказали влияния на загрязненность образцов неметаллическими включениями.

2. Установлено, что преобладающим типом неметаллических включений в соответствии с ГОСТ 1778 – 70 в сварных соединениях во всех исследуемых образцах являются точечные оксиды. Выявленные в исследуемых образцах неметаллические включения типичны для включений, образующихся при выплавке рельсовой стали.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов В.А., Шевченко Р.А., Усольцев А.А., Козырев Н.А., Крюков Р.Е. Методика определения электрического сопротивления рельсовой стали // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. – 2018. – Вып. 40. – С. 111–117.

2. Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е. Совершенствование технологии электроконтактной сварки и термообработки железнодорожных рельсов // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. – 2018. – Вып. 40. – С. 63–68.

3. Shevchenko R.A., Kozyrev N.A., Kryukov R.E., Patrushev A.O., Usoltsev A.A. Multi-factor regression analysis of the process of rails contact welding on K1000 machine // Metallurgy2017. IOP Publishing IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2018. – Vol. 411. – Article 012088. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/411/1/012088>

4. Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Патрушев А.О., Кратько С.Н., Шишкин П.Е. Определение оптимальных режимов работы рельсосварочной машины K1000 // Вестник РАЕН (Западно-Сибирское отделение). – 2017. – Вып. 20. – С. 118–126.

5. Шевченко Р.Е., Козырев Н.А., Куценко А.И., Усольцев А.А., Куценко А.А. Методика исследования влияния режимов изотермического отжига при сварке рельсов откаточных путей горных выработок // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 269–273.
6. Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Усольцев А.А., Крюков Р.Е., Князев С.В. Современные технологии сварки железнодорожных рельсов // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – Вып. 2 (1418). – С. 62–68.
7. Протопопов Е.В., Козырев Н.А., Крюков Р.Е., Шевченко Р.А., Усольцев А.А. Новая технология сварки железнодорожных рельсов // Сб. Трудов. XV Международного конгресса сталеплавателей (г. Москва-Тула, 15-19 октября 2018 г.) – М.: МОО «Ассоциация сталеплавателей», 2018. С. 296–300.
8. Козырев Н.А., Шевченко Р.А., Крюков Р.Е., Усольцев А.А. Разработка новой технологии сварки рельсов для высокоскоростного движения // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2018. – Вып. 8 (1424). С. 50–57.
9. Кучук-Яценко С.И., Лебедев В.К. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением: монография. – Киев: Наукова думка, 1976. – 216 с.
10. Бутакова К.А. и др. Исследование структуры сварного соединения рельсовой стали марки Э76Х при различных параметрах изотермической выдержки // Вестник горно-металлургической секции Российской академии наук. Отделение металлургии. – 2018. – № 41. – С. 221–224.
11. Полевой Е.В., Шевченко Р.А., Козырев Н.А., Кушев Д.Ю., Юнусов А.М. Исследование неметаллических включений, образующихся при электроконтактной сварке рельсовой стали // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. – 2019. – № 1 (27). – С. 8–12.
12. Уманский А.А., Головатенко А.В., Симачев А.С. Исследования состава и распределения неметаллических включений по сечению рельсовых профилей // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. – 2019. – Вып. 42. – С. 22–27.

combustion products oxygen use on metal impurities oxidation is considered. By the example of mill rolls carbon and alloyed steel blasting, it has been shown that the degrees of CO_2 and H_2O decomposition in bath are the main qualities of gas-oxygen blasting. These indicators determine the oxidizing and heating properties of the blast. Assessment of change in total, consumed heat and its losses with exhaust gases, depending on degree of the oxygen flow dilution with natural gas (methane), has been carried out. Under these conditions, use of submersible combustion torches with change in oxidizing ability of torches makes it possible to solve various technological tasks, including provision of an effective way to reduce dust emission in converter process. Fig. 5. Ref. 26.

УДК 669(06)

Повышение стойкости чугуновых секций газосборных колоколов алюминиевых электролизеров ЭкоСодерберг на основе применения защитных покрытий / Е.А. Пинаев, М.В. Темлянцев, Е.Н. Темлянцева, Н.И. Кувшинникова // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2020. – № 23. – С. 87.

Статья посвящена разработке покрытий для защиты чугуновых секций газосборных колоколов алюминиевых электролизеров. Авторами разработаны составы покрытий на основе силикатного стекла, обеспечивающие снижение интенсивности коррозии и потерь массы секции при эксплуатации в 10 раз. Рис. 2. Библ. 21.

The article is devoted to the development of coatings for the protection of cast-iron sections of gas-collecting bells of aluminum electrolyzers. The authors developed coating compositions based on silicate glass that reduce the intensity of corrosion and weight loss of the section during operation by 10 times. Fig. 2. Ref. 21.

УДК 669.1.17

Влияние режимов контактного подогрева стали Э76ХФ на трансформацию неметаллических включений / Р.А. Шевченко, Н.А. Козырев, А.Р. Михно, А.А. Усольцев // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2020. – № 23. – С. 95.

В работе проведено исследование неметаллических включений, образующихся при электроконтактной сварки с последующей изотермической выдержкой рельсовой стали. Установлено, что неметаллические включения, находящиеся в основном металле, вне зоны шва, типичны для включений, образующихся при выплавке, что свидетельствует о шлаковом характере их происхождения, а контактная стыковая сварка не оказала влияния на образование новых неметаллических включений во время сварки в образцах. Рис. 2. Табл. 3. Библ. 12.

The study of non-metallic inclusions formed during electric contact welding with subsequent isothermal aging of rail steel is carried out. It was found that non-metallic inclusions located in the base metal, outside the seam zone, are typical for inclusions formed during smelting, which indicates the slag nature of their origin, and contact butt welding did not affect the formation of new non-metallic inclusions during welding in the samples. Fig. 2. Table 3. Ref. 12.

УДК 669.1.17

Влияние режимов контактного подогрева стали Э76ХФ на микроструктуру сварных соединений рельсов / Н.А. Козырев, Р.А. Шевченко, А.А. Усольцев, А.Р. Михно // Вестник РАЕН (ЗСО). – 2020. – № 23. – С. 102.

В работе представлены результаты проведенных исследований изучения структуры сварных соединений рельсовой стали марки Э76ХФ при новых режимах сварки с последующей изотермической выдержкой рельсовой стали. В зоне сварного шва преобладает структура пластинчатого перлита. В ходе исследования определены оптимальные параметры сварки, благодаря которым возможно получение требуемой благоприятной структуры материала. Рис. 2. Табл. 5. Библ. 7.

The paper presents the results of studies of the structure of welded joints of rail steel of the E76HF brand under new welding modes with subsequent isothermal aging of rail steel. In the weld zone, the structure of lamellar perlite prevails. In the course of the study, the optimal welding parameters were determined, thanks to

Научное издание

ВЕСТНИК
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
ЗАПАДНО–СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Выпуск 23, 2020 г.

В авторской редакции

Подписано в печать 28.12.2021 г. Формат бумаги 60×84 1/8. Бумага писчая.
Печать офсетная. Усл. печ.л. 11,35. Уч. – изд.л. 12,79. Тираж 300 экз. Заказ № 259

Отпечатано в
Издательском центре
Сибирского государственного индустриального университета