

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

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

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ КОНТАКТНОГО ПОДОГРЕВА СТАЛИ Э76ХФ НА МИКРОСТРУКТУРУ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЕЛЬСОВ*

ФГБОУ ВО Сибирский государственный индустриальный

университет, г. Новокузнецк

Для обеспечения гарантированной безопасности дорожного движения сварное соединение рельсов должно соответствовать ряду требований, которые гарантируют эксплуатационную стойкость сварных стыков, при этом важна и микроструктура сварного соединения [1 – 7].

При разработке и изучении новой технологии сварки с последующей изотермической выдержкой рельсовой стали марки Э76ХФ проведено исследование микроструктуры в лабораторных условиях. Для проведения сварки из головки железнодорожного рельса профиля Р65 марки Э76ХФ вырезались образцы сечением 10×30 мм и длиной 90 мм. Химический состав изучаемых образцов приведен в табл. 1. Контактную стыковую сварку непрерывным оплавлением с последующей изотермической выдержкой проводили на машине МС – 20.08.

Таблица 1 – Химический состав образцов рельсовой стали

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

Сварка образцов осуществлялась с подводом дополнительного тепла в момент их охлаждения путем пропускания через сварной стык переменного электрического тока по заданным режимам (табл. 2).

Исследуемыми параметрами введения дополнительного тепла являлись: X_1 – время охлаждения после осадки (характеризуется скоростью охлаждения (степень переохлаждения аустенита) и температурой T_1 , до которой происходит охлаждение); X_2 – время подогрева (характеризуется температурой T_2 , до

которой происходит нагрев); X_3 – время охлаждения после подогрева (характеризуется температурой T_1 , до которой происходит охлаждение); X_4 – количество импульсов подогрева (характеризуется инкубационным периодом превращения аустенита в перлит). Для сравнения использовали образец 0, выполненный способом контактной стыковой сварки непрерывным оплавлением без термической обработки.

Таблица 2 – Режимы контактного подогрева образцов стали Э76ХФ

Режим, №	X_1 , с	X_2 , с	X_3 , с	X_4 , с
1	30	0,6	15	4
2	30	0,6	15	2
3	30	0,6	10	2
4	25	0,6	10	4
5	25	0,6	10	2

Исследование изготовленных образцов стали на изменение микроструктуры проводили при увеличении $\times 500$ с помощью оптического металлографического микроскопа OLYMPUS GX-51. Для создания оптического контраста образцов проводилось химическое травление 4 %-ным раствором азотной кислоты в этиловом спирте в течение 6 с. Анализ и оценка микроструктуры образцов выполнены по ГОСТ 8233 – 56. Исследование микротвердости исследуемых образцов было проведено по ГОСТ 9450 – 76 с помощью микротвердомера HVS–1000.

Материалы и методы исследования

Анализ микроструктуры образцов проводили по зонам. Выделены следующие характерные области: шов – обезуглероженный слой, зона крупного зерна, зона мелкого зерна, основной металл. Диаграмма протяженности зоны термического влияния приведена на рис. 1.

На рис. 2 представлены снимки структуры, полученные при различных режимах контактного подогрева, а результаты оценки микроструктуры на бальность в зоне сварного шва представлены в табл. 3.

Протяженность зоны
термического влияния

Макроструктура образца

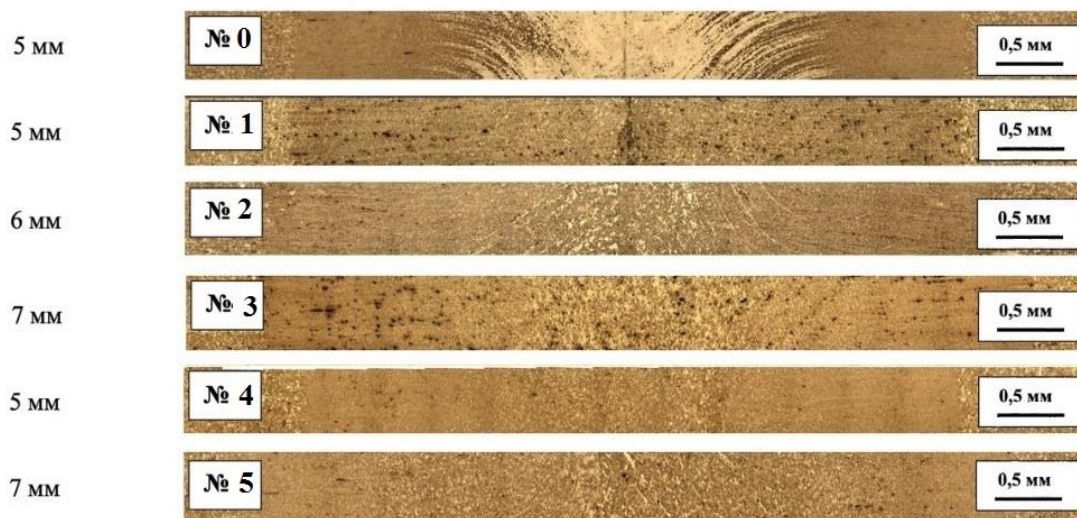


Рисунок 1 – Протяженность зоны термического влияния

Таблица 3 – Оценка микроструктуры в зоне сварного шва

Режим, №	Объемная доля мартенсита/троостита, % (балл)	Степень дисперсности пластинчатого перлита, балл
0	95/5 (4)	-
1	-	2
2	>75/<25 (7,5)	-
3	-	4
4	-	1
5	25/75 (7)	-

В зоне сварного шва преобладает структура пластинчатого перлита. Дисперсность этого типа структуры изменяется в пределах 1 – 4 балла по шкале 1 ГОСТ 8233 – 56. Для образца 4 в данной зоне преобладает сорбитообразный перлит с межпластинчатым расстоянием менее 0,2 мкм, для образца 1 – скрытопластинчатый перлит с межпластинчатым расстоянием 0,3 мкм. Для образца 3 преобладает мелкопластинчатый перлит с межпластинчатым расстоянием 0,4 мкм. Согласно ГОСТ Р 51685 – 2013 данные типы структур являются допустимыми в рельсовом металле.

В сварном шве образцов 0, 2 и 5 присутствует структура игольчатого мартенсита. Размеры игл для образца 0 оцениваются баллом 7 шкалы 3 ГОСТ 8233 – 56 и относятся к типу крупноигльчатого мартенсита с наибольшей длиной игл 12 мкм. Для образца 2 структура мартенсита соответствует баллу 6 шкалы 3 ГОСТ 8233 – 56. Такой тип мартенсита относится к

среднеигльчатому мартенситу, где наибольший размер игл составляет 10 мкм. Для образца 5 в зоне сварного шва наблюдается мартенсит, оценивающийся баллом 4 шкалы 3 ГОСТ 8233 – 56. Данный тип мартенсита соответствует мелкоигльчатому мартенситу с наибольшей длиной игл 6 мкм. Наличие таких структур недопустимо в рельсовом металле.

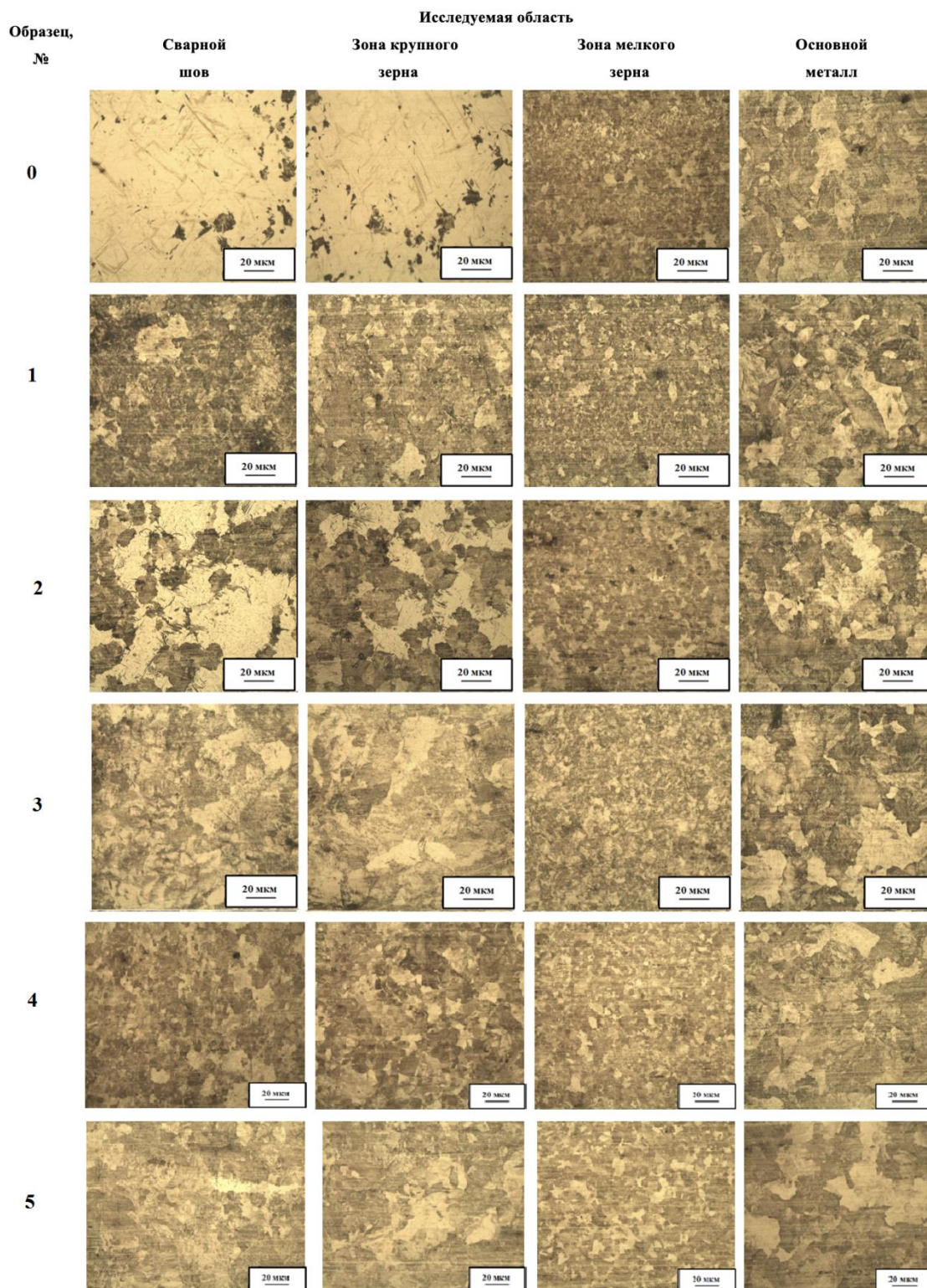


Рисунок 2 – Микроструктура различных областей,
полученная при различных режимах

Результаты оценки микроструктуры на бальность в зоне крупного зерна представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Оценка микроструктуры в зоне крупного зерна

Режим, №	Протяженность зоны	Объемная доля мартенсита/троостита, % (балл)	Степень дисперсности пластинчатого перлита, балл
0	0,9 мм	95/5 (4)	-
1	0,9 мм	-	1
2	2,09 мм	25/75 (9)	-
3	1,9 мм	-	3-4
4	0,9 мм	-	1
5	3,09 мм	25/75 (9)	-

Приведенные данные в табл. 4 свидетельствуют о преобладании в зоне крупного зерна структуры пластинчатого сорбитообразного перлита с межпластинчатым расстоянием менее 0,2 мкм. Для режима № 3 обнаружен тонко- и мелкопластинчатый перлит с межпластинчатым расстоянием до 0,6 мкм. Проведенные исследования микроструктуры образцов 0, 2 и 5 показали, что в зоне крупного зерна (так же как и в металле сварного шва) присутствует мартенситная структура, наличие которой не допускается в рельсовом металле. Для образцов 0 и 2 мартенсит оценивается баллом 8 шкалы 3 ГОСТ 8233. Данный тип мартенсита относится к крупноигльчатому мартенситу с размером игл 16 мкм. Для режима 5 мартенсит оценивается баллом 5 шкалы 3 и относится к типу среднеигльчатого мартенсита с размером игл 8 мкм.

Микроструктура в зоне мелкого зерна представляет собой пластинчатый и зернистый перлит в различной стадии коагуляции. Дисперсность пластинчатого перлита оценивается баллом 1 шкалы 1 ГОСТ 8233 – 56 и соответствует сорбитообразному перлиту с межпластинчатым расстоянием менее 0,2 мкм. Дисперсность зернистого перлита оценивается баллом 1 шкалы 1 ГОСТ 8233 – 56. Данный тип зернистого перлита относится к точечному со средним диаметром зерен цементита до 0,25 мкм. Протяженность данной зоны для исследуемых образцов варьируется от 3 до 5 мм. Режимы № 1, № 5 имеют наименее протяженную область мелкого зерна, равную 3 мм, режим № 3 – наибольшую, равную 5 мм.

Структура основного металла исследуемых образцов представляет собой

пластинчатый перлит 1 – 2 балла по шкале 1 ГОСТ 8233 – 56, что характерно для структуры нетермоупрочненных рельсов.

Протяженность зон термического влияния, а так же значения микротвердости по зонам, выявленные в зоне термического влияния, представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Протяженность зон термического влияния и средние значения микротвердости для исследуемых режимов

Образец	Протяженность зоны термического влияния, мм	Средние значения микротвердости HV1			
		Зона сварного шва	Зона крупного зерна	Зона мелкого зерна	Основной металл
0	5	519,00	525,02	418,98	369,21
1	5	356,44	347,50	328,49	321,59
2	6	413,08	374,13	333,72	344,27
3	7	294,50	300,70	303,90	324,90
4	5	358,90	352,90	329,50	330,30
5	7	365,82	355,40	284,12	318,42

Наименьшая протяженность зоны термического влияния наблюдается у сварных стыков, образцов 0, 1, и 4 (около 5,0 мм), а наибольшая – у сварного стыка 3,5 (около 7,0 мм). Граница между основным металлом и зоной термического влияния обуславливается резким различием в размере зерна (или перлитной ячейки) между двумя областями. Максимальные значения микротвердости в зоне сварного шва и крупного зерна наблюдаются в образцах, полученных на образцах 0 и 2, что подтверждает наличие в этих зонах у данных образцов структуры мартенсита. Минимальные значения микротвердости характерны для зоны мелкого зерна. Снижение микротвердости после сварки в зоне мелкого зерна, очевидно, произошло вследствие образования зернистого перлита на данном участке. Область, относящаяся к зоне основного металла, имеет микротвердость 330 HV1. Равномерное распределение микротвердости получено при режимах № 3 и № 4.

Таким образом, можно сделать вывод, что наиболее оптимальным из представленных режимов контактного подогрева для образцов стали Э76ХФ является режим образца 4, который сочетает минимальную протяженность зоны термического влияния, отсутствие в сварном соединении закалочных структур, удовлетворительную протяженность зоны мелкого зерна и

оптимальные значения микротвердости.

Выводы

1. В результате изучения микроструктуры сварного соединения образцов рельсовой стали Э76ХФ в зоне термического влияния выделены и исследованы следующие участки: сварной шов, зона крупного зерна, зона мелкого зерна и основной металл.

2. При изучении микроструктуры в зоне сварного шва рельса после контактно-стыковой сварки без использования контактного подогрева, в момент охлаждения сварного соединения, выявлены недопустимые структуры, представляющие собой игольчатый мартенсит.

3. На основании полученных данных микроструктуры, протяженности зоны термического влияния и значений микротвердости выбраны оптимальные режимы контактного подогрева после контактной стыковой сварки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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>

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. Генкин И.З. Сварные рельсы и стрелочные переводы. – М.: Интекст, 2003. – 93 с.

4. 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.

5. Кучук-Яценко С.И., Лебедев В.К. Контактно стыковая сварка непрерывным оплавлением: монография. – Киев: Наукова думка, 1976. – 216 с.
6. 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 // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2018. – № 4. – С. 269–273.
7. 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.

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