

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КОРПУСА АВТОСЦЕПКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Н. К. ТУРСУНОВ, Т. Т. УРАЗБАЕВ, Т. М. ТУРСУНОВ

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

В мире с увеличением маневровой скорости подвижного состава и максимальной массы поездов с каждым днем растут требования к корпусу автосцепки грузовых вагонов и из литой стали для их производства. Поэтому появляется необходимость развития технологий переработки вторичных стальных отходов в процессе выплавки металла в электродуговых и индукционных печах с удалением фосфора и серы с целью улучшения механических и эксплуатационных свойств литой стали для изготовления высокопрочного корпуса автосцепки подвижного состава железнодорожного транспорта.

В связи с этим особое внимание уделяется очистке от примесей кислорода, при раскислении металла в ковше, и совершенствованию технологии процесса модифицирования. Химический состав металла для исследования перед процессом раскисления и модифицирования приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав стали перед процессом модифицирования

В процентах

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	V	Fe
0,223	0,400	1,208	0,026	0,025	0,122	0,103	0,110	0,013	0,006	ост.

В процессе ковшевой обработки стали экспериментальные исследования проведены по шести вариантам. Первый и второй варианты – по традиционным технологиям раскисления, которые используются во всём мире, т. е. раскисляют только алюминием (Al 0,1 %) или алюминием и силикокальцием (Al 0,1 % + СК30 0,1 %). С целью повышения эксплуатационной надежности и улучшения механических свойств предлагаемая технология отличается от существующей, где во время выпуска жидкой стали в ковш при заполнении 1/3 части металла обрабатывалась: в третьем, четвертом, пятом и шестом вариантах – алюминием Al 0,1 % и комплексным модификатором FeVAlCa 0,1 %, 0,15, 0,18 и 0,2 % от массы жидкого металла, соответственно. Состав алюминия: АЛ1 (99 % Al), силикокальций СК30 (30 % Ca; 50 % Si; 2 % Al; 17,5 % Fe) и комплексный модификатор FeVAlCa, состоящий из стальной оболочки, масса которого 41 % от общей массы (24,5 % Ca; 23,1 % Al; 0,8 % Si; 1,3 % Mn; 0,25 % C; 24,5 % V и 25,55 % Fe).

Результаты обработки металлов представлены в таблице 2. Предложенная технология сравнена с традиционными технологиями. Время выдержки отбора пробы для каждого варианта обработки составляет 5 мин. Рассчитан материальный баланс плавки стали марки 20ГЛ по разработанной технологии.

Как видно из данных, приведенных в таблице 2, в зависимости от режима обработки раствора количество серы в составе металла снижается от исходных значений ($[S]_{нач}$) от 0,025 до 0,015 % (на 6-м варианте предлагаемой технологии), что увеличивает степень десульфурации на 40 %. Содержание общего кислорода в металле, полученное по варианту 6, в 3,2 раза меньше, чем по традиционной технологии по варианту 1. Общее количество азота в металле в первом варианте выше в 2,2 раза по сравнению с традиционной технологией. По варианту 5 общее количество азота $[N]_{\Sigma} = 0,0390$ %, свободное $[N]_{своб} = 0,0150$ % и образующего нитрид и карбонитриды за счет связанного с ванадием $[N]_{связ} = 0,0240$ % оказывается равным при количестве ванадия в металле 0,035 %.

Таблица 2 – Результаты экспериментального исследования процесса ковшевой обработке стали

В процентах

Вариант обработки	Количество присадки	$[Al]_{кон}$	$[S]_{кон}$	$[V]_{кон}$	$[N]_{\Sigma}$	$[O]_{\Sigma}$
1 (ТТ)	Al – 0,1	0,022	0,025	–	0,0203	0,0097
2 (ТТ)	Al – 0,1 СК 30 – 0,1	0,031	0,024	–	0,0226	0,0087
3 (ПТ)	Al – 0,1 KM FeVAlCa – 0,1	0,035	0,021	0,019	0,02207	0,0075

Окончание таблицы 2

Вариант обработки	Количество присадки	[Al] _{кон}	[S] _{кон}	[V] _{кон}	[N] _г	[O] _г
4 (ПТ)	Al – 0,1 KM FeVAICa – 0,15	0,047	0,018	0,029	0,0316	0,0052
5 (ПТ)	Al – 0,1 KM FeVAICa – 0,18	0,054	0,017	0,035	0,0390	0,0038
6 (ПТ)	Al – 0,1 KM FeVAICa – 0,2	0,059	0,015	0,041	0,0447	0,0030

Примечание – ТТ – традиционная технология; ПТ – предложенная технология; СК – силикокальций; КМ – комплексный модификатор.

Результаты исследования механических свойств стали марки 20ГЛ после термической обработки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Механические свойства стали марки 20ГЛ

Вариант	Категория свойств					
	Предел текучести σ_T , МПа	Временное сопротивление σ_B , МПа	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение ψ , %	Ударная вязкость, кДж/м ² , при –60 °С	Твердость, по Бринеллю, НВ
1 (ТТ)	518	622	23	62	15,9	197
2 (ТТ)	535	642	21	58	19,5	202
3 (ПТ)	557	678	20	49	21,9	217
4 (ПТ)	601	726	17	44	26,1	229
5 (ПТ)	624	791	14	40	33,2	248
6 (ПТ)	639	828	12	37	28,5	275
Значение по ГОСТ 22703-2012, не менее	500	600	12,0	25,0	15	192–262

Примечание – ТТ – традиционная технология; ПТ – предложенная технология.

Как видно из данных, приведенных в таблице 3, наиболее высокие значения по механическим свойствам получены при обработке металла с комплексным модификатором FeVAICa по вариантам 4–6. Но 6-й вариант не соответствует по твердости, согласно требованиям ГОСТ 22703-2012, поэтому самым оптимальным является 5-й вариант. Результаты исследования показали, что при ковшовой обработке стали марки 20ГЛ с комплексным модификатором FeVAICa при добавлении 0,18 % от массы жидкого металла и содержании ванадия [V] = 0,035 % повышаются механические свойства, такие как временное сопротивление до 33 %, предел текучести – до 20,5 %, твердость – до 26 %, особенно значение ударной вязкости (в 2 раза больше, чем при технологии по базовому варианту 1). Это объясняется, прежде всего, уменьшением количества неметаллических включений в стали и их более равномерным распределением в объеме металла.

Список литературы

- 1 ГОСТ 22703-2012. Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Технические условия. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
- 2 Совершенствование процесса дефосфорации стали в индукционных тигельных печах / Н. К. Турсунов [и др.] // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2022. – № 6 (99). – С. 38–42.
- 3 Tursunov, T. M. Investigation of heat exchange processes in the lining of induction furnaces / T. M. Tursunov, N. K. Tursunov, T. T. Urazbaev // Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO : V International Scientific Conference. – 2023. – Vol. 401. – P. 05029.

УДК 629.423.1:629.43

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСХОДА ЭНЕРГОРЕСУРСОВ НА ТЯГУ ПОЕЗДОВ ЛОКОМОТИВАМИ

С. Я. ФРЕНКЕЛЬ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Проблема рационального расхода энергоресурсов на тягу поездов весьма актуальна. Поэтому очень важна объективность оценки эффективности внедряемых инноваций, направленных на энер-