

- счистить лишнюю смесь с поверхности ящика линейкой и наколоть душником вентиляционные каналы так, чтобы конец душника не доходил до дна ящика на 5–10 мм;
- сушить стержни углекислым газом; мелкие стержни продувать углекислым газом партиями под зонтом (герметичный ящик). Для этого под зонт 2 раза подают углекислый газ в течение 20–30 с с перерывом в 2–3 минут;
- средние стержни продувать в тело по металлической трубке от 1 минуты непосредственно в стержневых ящиках, благодаря чему исключается возможность их деформации;
- давление продувки должно равняться 1 атмосфере, оптимальная температура смеси при её продувке составляет 18–22 °С;
- после сушки обстучать ящик (растолкать стержень) деревянным молотком;
- осторожно снять стержневой ящик со стержня;
- при необходимости произвести ремонт стержня;
- простой химически упрочнённый стержней не должен превышать 12 часов.

Использование дешёвых металлоотходов для выплавки синтетического чугуна обеспечивает снижение его себестоимости на 25–30 % по сравнению с обычными чугунами вторичного переплава.

Исследована эффективность технологий выплавки синтетического чугуна в индукционной печи с различной долей стального лома в составе металлошихты. Показано, что с увеличением стального лома в металлошихте увеличивается время плавки, удельный расход электроэнергии, расход кокса, твердость колодки и уменьшается выход годного.

Из синтетического чугуна изготавливают разнообразные отливки ответственного назначения: колодки вагонные и локомотивные, фрикционные клинья, поршни Д100, гильзы цилиндров Д100, колёчатые валы, блоки цилиндров и головки двигателей внутреннего сгорания, износостойкие отливки, станочное литьё и т. д.

Ожидаемый валовой доход в производстве:

- 1) вагонных и локомотивных колодок – 3,815 млрд сум/год.
- 2) фрикционных клиньев – 1,931 млрд сум/год.

Список литературы

- 1 **Турсунов, Н. К.** Повышение качества стали за счёт применения редкоземельных металлов / Н. К. Турсунов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 25–26 нояб. 2021 г.: в 2 ч. Ч. 1. – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 156–158.
- 2 Modeling the steering wheel influence by the driver on the vehicle's motion stability / D. Akhmedov [et al.] // Connechydro 2021 : Intern. scientific conference on construction mechanics, hydraulics and water resources engineering. – Tashkent, 2021. – Vol. 264. – P. 05015.
- 3 **Алимухамедов, Ш. П.** Напряженно-деформированное состояние устройства для гашения динамических нагрузок в трансмиссии транспортных машин / Ш. П. Алимухамедов, А. Д. Гапиров // Universum : технические науки. – 2018. – № 12 (57). – С. 23–28.
- 4 **Kayumjonovich, T. N.** Influence of coating formation conditions in chlorine-containing media on the corrosion properties of titanium / T. N. Kayumjonovich, A. S. Pirmukhamedovich, U. T. Teleubaevich // Web of Scientist : International Scientific Research Journal. – 2022. – Vol. 3, no. 5. – P. 1692–1701.
- 5 Thermodynamic calculation of complex deoxidation by aluminum and silicon of melts of steel 20GL for cast parts of rolling stock autocouple devices / U. T. Teleubaevich [et al.] // Web of Scientist : International Scientific Research Journal. – 2022. – Vol. 3, no. 5. – P. 1761–1771.

УДК 669.18

ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Н. К. ТУРСУНОВ, Ш. П. АЛИМУХАМЕДОВ, Л. А. КУЧКОРОВ, О. Т. ТОИРОВ
Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Основным показателем, обеспечивающим наилучшие прочностные характеристики литых деталей тележек подвижного состава являются механические свойства, в том числе и ударная вязкость при отрицательных температурах.

Несмотря на изменения конструкции и технологии изготовления боковой рамы с целью снизить риск аварии на железных дорогах, количество проблем, связанных с этим дефектом, не уменьшается, а в ряде случаев увеличивается. Об этом свидетельствуют и результаты исследователей о причинах излома, которые возможно, связаны с вредными влияниями кислорода, фосфора, серы и неметаллическими включениями. Сравнение составляющих ударной вязкости при различных содержаниях серы и фосфора показывают, что увеличение содержания серы и фосфора приводит к более резкому снижению работы распространения трещины. Поэтому с 2016 года были внесены изменения по химическому составу стали 20ГЛ по вредным примесям и механическим свойствам. Так как ряд предприятий сталкивается с проблемой, заключающейся в низких значениях параметров, которые характеризуют механические свойства из-за повышенного содержания фосфора и серы [4], разработка новых технологических приемов выплавки и внепечной обработки, позволяющих рафинировать, модифицировать, влиять на состав и распределение неметаллических включений, для таких заводов является актуальной задачей.

В работе [1] исследовали влияние содержания серы и фосфора на механические свойства и хладостойкость стали марки 20ГЛ (0,22 % С, 1,45 % Mn и 0,30 % Si). Плавки проводили в промышленных индукционных печах на чистой шихте (сера и фосфор – менее 0,005 %) с последующими фракционными вводами серы и фосфора в заливочные ковши. Испытание механических свойств опытного металла проводили после нормализации и высокого отпуска (таблица 1).

Таблица 1 – Механические свойства стали 20ГЛ при разном содержании серы и фосфора

Массовая доля, %			Механические свойства							
S	P	[Al]	σ_t , МПа	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, кДж/м ² , при t, °С			
							+20	-20	-40	-60
0,003	0,005	0,048	410	620	26,8	75,2	2310	1740	1530	1450
0,009	0,005	0,049	420	613	24,9	70,0	1670	1500	1360	1200
0,021	0,005	0,058	427	600	24,1	60,0	1120	700	460	400
0,035	0,005	0,052	430	600	24,2	48,1	770	670	700	560
0,005	0,020	0,040	430	623	25,4	66,0	1840	1650	1280	970
0,005	0,035	0,048	450	630	24,8	64,0	1350	1160	860	650

Приведенные данные показывают, что увеличение содержания серы и фосфора (от 0,003 до 0,035 %) оказывает отрицательное влияние в основном на пластичность и вязкость металла. Прочностные показатели стали 20ГЛ (σ_t и σ_b) при изменении серы и фосфора в исследуемых пределах практически остаются без изменения. Результаты исследований показывают высокую целесообразность снижения содержания серы в металле до 0,003–0,005, так как при достижении малых концентраций (менее 0,01 %) в наибольшей степени возрастает ударная вязкость стали. При этом особенно эффективно положительное влияние низких содержаний серы на хладостойкость стали. При –60 °С сталь обладает ударной вязкостью, в несколько раз превышающей требования ГОСТ для положительных температур.

С целью повышения эксплуатационной надежности и улучшения механических свойств сталь в ковше обрабатывали алюминием (Al), силикокальцием (СК) и порошковой проволокой (Fe-V-Al-Ca) по четырем различным вариантам, с продувкой аргоном без оголения металла в течение 5 минут. Химический состав стали 20ГЛ, принятый для исследования и термодинамических расчетов, приведен в таблице 2.

Результаты плавки с использованием ПП представлены в таблице 3. Начальное содержание серы в металле перед обработкой ПП составляло 0,015 %.

Таблица 2 – Химический состав стали марки 20ГЛ

Элемент	C	Mn	Si	S	P	Cr	Cu	Ni	Al
Содержание элементов по массе, %	0,206	1,296	0,427	0,015	0,019	0,162	0,177	0,121	0,026

Таблица 3 – Основные результаты плавки при использовании ПП для десульфурации стали 20ГЛ

Вариант	Q_R , мас.%	$\tau_{\text{выд}}$, мин	[S] _{кон.} , %	[O] _{с.} , %	[Al] _{кон.} , %	[V] _{кон.} , %
1	Al – 0,1	5	0,015	0,0095	0,026	–
2	Al – 0,1; СК 30 – 0,1	5	0,014	0,0089	0,030	–
3	Al – 0,1; ПП – 0,1	5	0,011	0,0075	0,044	0,025
4	Al – 0,1; СК30 – 0,1; ПП – 0,1	5	0,008	0,0016	0,056	0,045

Как видно из данных таблицы 3, в зависимости от режима обработки расплава содержание серы в металле снижалось от исходных значений ($[S]_{нач}$) 0,015 % до 0,011–0,008 %. Содержание общего кислорода в металле, обработанном по варианту 4, в 5,9 раза меньше, чем при использовании технологии по варианту 1 (традиционной для данного предприятия).

Плавки, обработанные порошковой проволокой, отличаются более высокой раскисленностью и степенью десульфурации. Это приводит, прежде всего, к уменьшению количества оксидных, сульфидных и сложного состава неметаллических включений в стали, а также к равномерному распределению их в объеме металла, которые коагулируют в макроскопления и затем частично удаляются из жидкой стали путем всплывания.

Таким образом, результаты исследования качества стали 20ГЛ, обработанной по различным вариантам в ковше, позволяют сделать следующие выводы:

- предложена новая концепция технологии модифицирования металла, которая позволяет повысить качество готовой продукции, улучшить макро- и микроструктуру металла и увеличить выход годных деталей железнодорожных тележек;
- введение ПП позволило получить металл с существенно меньшим содержанием серы (до 0,008 %), общего кислорода (до 0,0016 %);
- технология процесса модифицирования стали в сталеразливочном ковше вместимостью 6 т позволила улучшить механические свойства, особенно значение ударной вязкости (увеличение в 2,7 раза по сравнению с традиционной технологией);
- получены количественные зависимости технологических параметров модифицирования металла, положенные в основу новой технологической инструкции производства стали 20ГЛ;
- на основании комплексных полупромышленных исследований разработана и освоена рациональная технология модифицирования стали 20ГЛ с применением порошковой проволоки, обеспечивающая уникальное сочетание служебных свойств деталей железнодорожных тележек.

Результаты исследования внедрены в промышленное производство ДП «Литейно-механический завод» АО «Узбекистон темир йуллари».

Список литературы

- 1 **Турсунов, Н. К.** Оптимизация футеровки индукционных печей при выплавке стали марки 20ГЛ. Обзор / Н. К. Турсунов, Т. М. Турсунов, Т. Т. Уразбаев // *Universum : технические науки*. – 2022. – № 2–2 (95). – С. 13–19.
- 2 **Kayumjonovich, T. N.** Development of a method for selecting the compositions of molding sands for critical parts of the rolling stock / T. N. Kayumjonovich // *Web of Scientist : International Scientific Research Journal*. – 2022. – Vol. 3, no. 5. – P. 1840–1847.
- 3 **Kayumjonovich, T. N.** Justification and choice of rational operating current frequency in induction crucible furnaces / T. N. Kayumjonovich, A. S. Pirmukhamedovich, U. T. Teleubaevich // *Innovative Technologica : Methodical Research Journal*. – 2022. – Vol. 3, no. 06. – P. 40–47.
- 4 **Турсунов, Н. К.** Исследование в лабораторных условиях и индукционной тигельной печи вместимостью 6 тонн режимов рафинирования стали 20ГЛ с целью повышения ее качества / Н. К. Турсунов, А. Е. Семин, Э. А. Санокулов // *Тяжелое машиностроение*. – 2017. – № 1–2. – С. 47–54.
- 5 **Турсунов, Н. К.** Исследование и совершенствование режимов рафинирования стали в индукционных печах с целью повышения качества изделий / Н. К. Турсунов // *Проблемы безопасности на транспорте : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 25–26 нояб. 2021 г. : в 2 ч. Ч. 1.* – Гомель : БелГУТ, 2021. – С. 153–156.

УДК 629.43:69.18

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК БОКОВЫХ РАМ ТЕЛЕЖЕК ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Н. К. ТУРСУНОВ, Ш. П. АЛИМУХАМЕДОВ, Т. Т. УРАЗБАЕВ, О. Т. ТОИРОВ
Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Прочностные показатели стали определяются степенью ее легирования. Характеристики пластичности и вязкости значительно зависят от степени загрязненности металла вредными примесями и дисперсности структурных составляющих металлической матрицы. Отрицательное влияние на пластичность и вязкость стали оказывают сера и фосфор, содержание которых в металле примерно на порядок выше по сравнению с кислородом, азотом или водородом. При этом особенно вредно