

Практическая методика применения ТИС заключается в нанесении расчетного количества смеси на поверхность жидкого металла сразу после заполнения изложницы или ковша. Смесь, попадая на расплав, расплавляется по поверхности, образуя тонкую термоизолирующую пленку или сохраняясь в сыпучем состоянии, но с уплотненной нижней частью.

Внедрение ТИС в технологический процесс разливки стали на литейном производстве позволяет достичь следующих результатов.

Снижение тепловых потерь – температура металла в изложнице сохраняется на 20–40 °С выше по сравнению с традиционной технологией, что особенно критично при длительной разливке или при транспортировке на значительные расстояния.

Повышение качества отливок – снижается количество брака, связанного с недостаточной жидкотекучестью металла (недоливы, холодные спай). Улучшаются условия питания массивных узлов отливки, уменьшается вероятность образования усадочных дефектов.

Увеличение стойкости футеровки – теплоизоляционный слой уменьшает тепловой удар по футеровке изложницы при заливке, что способствует увеличению ее межремонтного ресурса.

Энергосбережение – снижение температуры выпуска металла из печи на 10–15 °С без ущерба для технологии заливки приводит к существенной экономии электроэнергии (на 5–10 %).

Применение теплоизоляционных смесей является экономически целесообразным и технологически эффективным методом повышения качества стального литья и снижения себестоимости производства. Методика использования ТИС проста в реализации и не требует значительных капиталовложений. Дальнейшие исследования целесообразно направить на оптимизацию состава смесей для различных марок сталей и условий разливки, а также на разработку отечественных аналогов импортных теплоизоляционных материалов.

Список литературы

- 1 Производство стальных отливок : учеб. для вузов / Л. Я. Козлов, В. М. Колокольцев, К. Н. Вдовин [и др.] ; под общ. ред. Л. Я. Козлова. – М. : МИСиС, 2013. – 352 с.
- 2 Тоиров, О. Т. Суюк металлни куйишда иссиқликни изоляция қилувчи аралашмадан фойдаланиш методикаси / О. Т. Тоиров, Д. А. Ахмедова // Теория и практика современной науки. – 2023. – № 5 (95). – С. 186–189.
- 3 Using of exothermic inserts in the large steel castings production of a particularly / O. T. Toirov, N. Q. Tursunov, D. I. Nigmatova, L. A. Qo'chqorov // Web of Scientist: International Scientific Research Journal. – 2022. – Vol. 3, № 1. – P. 250–256.
- 4 Разработка теплоизоляционных смесей для прибылей стальных отливок с применением фосфатбаторов / И. Е. Илларионов, Л. Ш. Пестряева, Ш. В. Садетдинов [и др.] // Черные металлы. – 2020. – № 7. – С. 28–33.
- 5 Садоха, М. А. Повышение эффективности производства отливок из цветных и черных сплавов / М. А. Садоха, А. П. Мельников // Литье и металлургия. – 2014. – № 2 (75). – С. 47–50.

УДК 669.187.2

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ПРОЦЕССОВ РАФИНИРОВАНИЯ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАСПЛАВОВ ДЛЯ МОДЕРНИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПЛАВКИ

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

Ташкентский государственный транспортный университет, Республика Узбекистан

Сталь 20ГЛ применяется для ответственных отливок в железнодорожном машиностроении, где критически важны прочность и ударная вязкость при низких температурах. Обеспечение требуемых свойств невозможно без эффективной выплавки и внепечной обработки, направленной на рафинирование и формирование однородной мелкозернистой структуры.

Экспериментальные исследования проводились на плавках стали марки 20ГЛ, выплавленных в индукционной тигельной печи (ИТП). В процессе ковшевой обработки стали экспериментальные исследования проведены по 6 вариантам (таблица 1). Первый и второй варианты проводились 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 предлагае-

мая технология отличается от существующих, где во время выпуска жидкой стали в ковш при заполнении 1/3 часть металла обрабатывалась: в третьем, в четвертом, в пятом и шестом вариантах – алюминием Al – 0,1 % и комплексным модификатором FeVAIКа – 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 FeVAIКа состоит из стальной оболочки, масса которого составляет 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).

Таблица 1 – Результаты экспериментального исследования процесса ковшовой обработки стали

Вариант обработки	Количество присадки, %	[Al] _{кон.} , %	[S] _{кон.} , %	[V] _{кон.} , %	[N] _Σ , %	[O] _Σ , %
1 (ТТ)	1. Al – 0,1	0,022	0,025	–	0,0203	0,0097
2 (ТТ)	1. Al – 0,1 2. СК 30 – 0,1	0,031	0,024	–	0,0226	0,0087
3 (ПТ)	1. Al – 0,1 2. КМ FeVAIКа – 0,1	0,035	0,021	0,019	0,02207	0,0075
4 (ПТ)	1. Al – 0,1 2. КМ FeVAIКа – 0,15	0,047	0,018	0,029	0,0316	0,0052
5 (ПТ)	1. Al – 0,1 2. КМ FeVAIКа – 0,18	0,054	0,017	0,035	0,0390	0,0038
6 (ПТ)	1. Al – 0,1 2. КМ FeVAIКа – 0,2	0,059	0,015	0,041	0,0447	0,0030

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

Как видно из данных, приведенных в таблице 1, 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 увеличило степень десульфурации на 40 %. Содержание общего кислорода в металле, полученное по варианту 6, в 3,2 раза меньше, чем по варианту 1 традиционной технологии. Общее количество азота в металле в представленном варианте выше в 2,2 раза, по сравнению с традиционной технологией по варианту 1. По варианту 5 общее количество азота $[N]_{\Sigma} = 0,0390$ %, свободного $[N]_{своб} = 0,0150$ %, а также образующего нитрид и карбонитрид за счет связанного с ванадием $[N]_{связ} = 0,0240$ % оказалось равным, при количестве ванадия в металле 0,035 %.

Результаты исследования механических свойств (средние значения более 100 плавок) стали марки 20ГЛ после термической обработки приведены на рисунке 1.

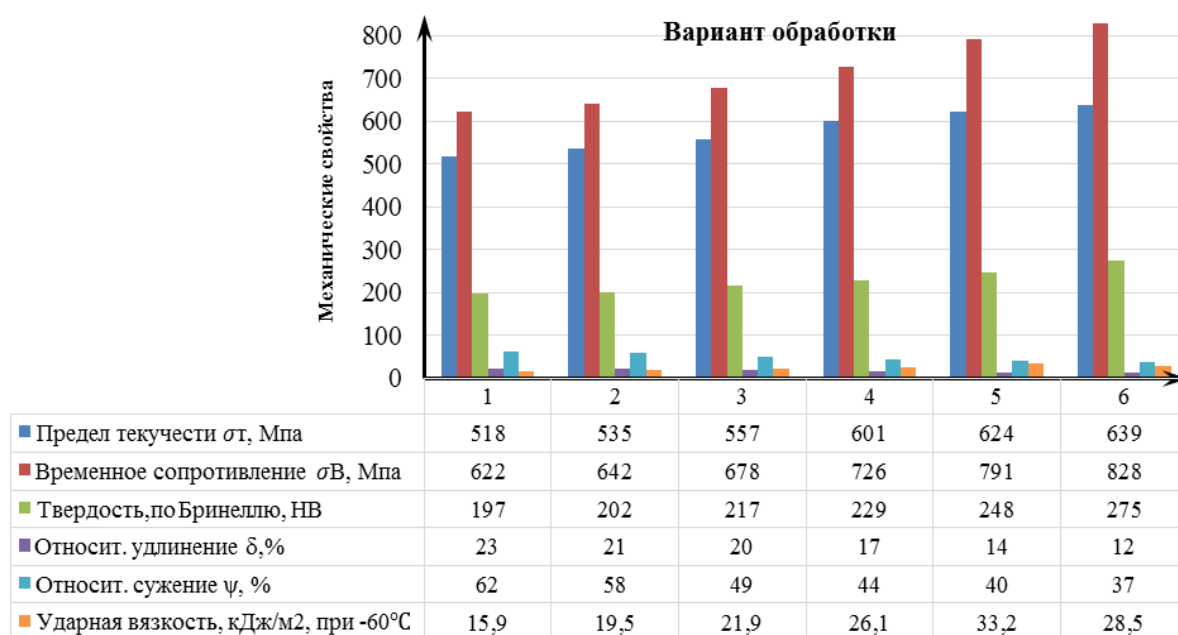


Рисунок 1 – Механические свойства стали марки 20ГЛ

Как видно из данных, приведенных на рисунке 1, наиболее высокие значения по механическим свойствам получены при обработке металла комплексным модификатором FeVAIСа по вариантам 4, 5 и 6. Вариант 6 не соответствует по твердости требованиям ГОСТ 22703-2012, поэтому оптимальным представляется вариант 5. Результаты исследования показали, что при ковшовой обработке стали марки 20ГЛ с комплексным модификатором – FeVAIСа при добавлении 0,18 % от массы жидкого металла и содержании ванадия $[V] = 0,035 \%$, повышаются механические свойства: временное сопротивление – до 33 %, предел текучести – до 20,5 %, твердость – до 26 %, особенно – значение ударной вязкости – в 2 раза больше, чем по варианту 1 традиционной технологии [2].

Внедрение предложенной технологии позволило существенно повысить качество корпуса автоцепки, улучшить его механические и эксплуатационные характеристики, а также усовершенствовать макро- и микроструктуру металла по сравнению с традиционной технологией.

Список литературы

- 1 ГОСТ 22703-2012. Детали литые сцепных и автосцепных устройств железнодорожного подвижного состава. Технические условия. – Взамен ГОСТ 22703-77 ; введ. 2013-07-01. – М. : Стандартинформ, 2013. – 22 с.
- 2 Влияние комплексного модифицирования металла для улучшения структуры и свойства стали марки 20ГЛ / Т. Т. Уразбаев, Т. М. Турсунов, У. Т. Рахимов, Д. Ш. Валиева // Машинастроение : Илмий-техника журналы, 2023. – № 1. – С. 25–29.
- 3 Турсунов, Н. К. Методика расчета комплексного раскисления стали марки 20ГЛ с алюминием и кальцием / Н. К. Турсунов, Т. Т. Уразбаев, Т. М. Турсунов // Universum : технические науки. – Москва : Международный центр науки и образования, 2022. – № 2 (95). – С. 20–25.

УДК 629.44; 629.4.027.5

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ЗАГРУЗКИ ВАГОНА НА ИЗМЕНЕНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ СТУПИЦЫ ЦЕЛЬНОКАТАНОГО КОЛЕСА, НАПРЕССОВАННОГО НА ПОДСТУПИЧНУЮ ЧАСТЬ ОСИ КОЛЁСНОЙ ПАРЫ

Р. И. ЧЕРНИН, О. М. МОИСЕЙЧИКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для оценки влияния загрузки вагона на эквивалентные напряжения на поверхности ступицы цельнокатаного колеса к разработанной модели [1] при значениях натяга по границам рекомендованного диапазона [2] (0,10 и 0,25 мм) прикладывалась нагрузка от 1,5 до 16 тонн с шагом в 1,5 тонны.

Расположение 8 сечений, в которых определялись эквивалентные напряжения и в дальнейшем находилось их среднее значение для каждого из сечений, приведено на рисунке 1.

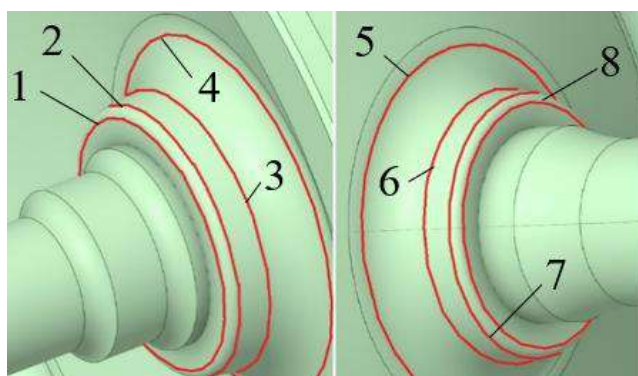


Рисунок 1 – Расположение сечений на поверхности ступицы колеса

На рисунке 2 представлены результаты расчёта модели (эквивалентные напряжения и контактное давление в зоне сопряжения ступицы с подступичной частью оси) при статической нагрузке на шейку оси вагона, равной 16,5 тонны при натягах 0,1 и 0,25 мм.