

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОМ ЦЕХЕ

С. В. Коноваленко, В. О. Морозов

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»
(г. Жлобин, Республика Беларусь)

Разработана технология выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи, которая позволила увеличить производительность и снизить затраты. Данная работа проводилась в комплексе и затронула следующие изменения в технологии: подбор максимально допустимого диаметра трубы для горячего ремонта сталевыпускного отверстия (желоба) ДСП-1; изменение схемы и количества присадки шлакообразующих материалов в ДСП; подбор оптимального режима расхода кислорода на электроплавку. В результате снижены удельные расходы металлической шихты, извести электроэнергии, соерашено образование отходов (шлак). В то же время возросли часовая производительность, средняя масса плавки и стойкость футеровки ДСП.

Ключевые слова: сталевыпускное отверстие, шлакообразующие, кислород, известь, угар шихты, производительность, технология выплавки, дуговая сталеплавильная печь.

Процесс выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) на Белорусском метзаводе прошел длительный путь развития. По сравнению с первыми ДСП показатели современных мощных сталеплавильных печей многократно выросли. Это стало возможным благодаря непрерывному совершенствованию и оптимизации процесса плавки [1]. Для повышения технико-экономических показателей работы ДСП в электросталеплавильном цехе № 1 внедрили следующие мероприятия (начиная с сентября 2019 г.): проведен подбор максимально допустимого диаметра трубы для горячего ремонта сталевыпускного отверстия (желоба) ДСП-1, изменены схема и количество присадки шлакообразующих материалов в ДСП, подобран оптимальный расход кислорода на каждом этапе плавки в ДСП.

В результате изменений в технологии улучшены следующие показатели:

- 1) снижен расходный коэффициент металлической шихты;
- 2) увеличена стойкость футеровки ДСП;
- 3) рост производительности (выпуска годной стали);
- 4) снижено потребление электрической энергии.

1. Подбор максимально допустимого диаметра трубы для горячего ремонта сталевыпускного отверстия (желоба) ДСП-1. При горячем ремонте сталевыпускного канала ДСП-1 (желоб) использовали трубу диам. 159

мм, что приводило к длительному выпуску плавки из ДСП-1 и снижению производительности печи. С сентября 2019 г. на ДСП-1 внесено изменение в технологию проведения горячего ремонта сталевыпускного канала: вместо трубы диам. 159 мм использовали трубу увеличенного диаметра 180 мм. Технические показатели изменения технологии представлены в табл. 1.

Из данных табл. 1 следует, что увеличение диаметра трубы от 159 до 180 мм привело к положительному результату – снижению простоев в 3,4 раза и, соответственно, к увеличению объемов выплавки стали.

2. Изменение схемы и количества присадки шлакообразующих материалов в ДСП. Присадка шлакообразующих материалов осуществлялась в количестве, кг/плавку: известь до 5000; углеродсодержащий материал на основе антрацита или кокса до 2000; флюс магнезиальный обожженный до 1600. При проведении работы по подбору оптимального расхода шлакообразующих материалов определены наиболее подходящая схема присадки и количество присадки шлакообразующих материалов. Данные представлены в табл. 2.

Изменение схемы и количества присадки шлакообразующих материалов привело к снижению количества используемых шлакообразующих материалов на плавку и экономии электроэнергии на нагрев металлической шихты, которая ранее расходовалась на

Таблица 1. Динамика простоев в сравнительном и экспериментальном периоде

Наименование простоя	Сравнительный период (01.02.19-31.08.19)	Экспериментальный период (01.09.19-31.10.19, 01.12.19-31.04.20)
Производство, т	537616	558539
Выпуск плавки, мин	1221	256
Разделка выпускного отверстия, мин	994	227
Ремонт выпускного отверстия, мин	563	348
Ремонт желоба, мин	31	0
Итого простоев, мин	2809	831

Таблица 2. Схема присадки и количество присадки шлакообразующих материалов

Материал	1-я корзина, кг не более	2-я корзина, кг не более	Жидкая ванна, кг не более	Расход на плавку, кг	
				до изменения схемы	после изменения схемы
Известь (порционность 100-250 кг)	1500	2000	по необходимости	5000	3500
Углеродсодержащий материал на основе антрацита или кокса (порционность 20-40 кг)	1000	500-800 (в зависимости от окисленности металла)	по необходимости	2000	1800
Флюс магнезиальный обожженный (порционность 100-250 кг)	400	400	700	1600	1500

Таблица 3. Результаты работы в сравнительном (с 01.01.2019 по 31.08.2019) и экспериментальном (с 01.09.2019 по 31.04.2020) периодах

Наименование	Сравнительный период	Экспериментальный период
Часовая производительность, т/ч	123,91	125,755
Средняя масса плавки, т	103,1	104,52
Расход металлической шихты, кг/т	1152,34	1136,82
Расход кислорода, м ³ /т	43,675	40,475
Расход извести, кг/т	50,61	40,045
Расход электроэнергии, кВт · ч/т:		
по ДСП-1	423,75	417,838
по ДСП-2	412,975	409,1375
Стойкость футеровки плавков:		
ДСП-1	427	615
ДСП-2	439	632
Образование отходов (шлак), кг/т	207,79	168,91

нагрев излишне отданных шлакообразующих материалов (извести).

Снизилось количество простоев, затраченных на трамбовку металлической шихты, с 7102 мин (сравнительный период с 01.01.2019 по 31.08.2019) до 1663 мин (экспериментальный период с 01.09.2019 по 31.04.2020). Изменение технологии привело к положительному экологическому эффекту – снизилось количество образующегося шлака 207,79 кг/т (сравнительный период с 01.01.2019 по 31.08.2019) до 168,91 кг/т (экспериментальный период с 01.09.2019 по 31.04.2020).

3. Подбор оптимального режима расхода кислорода на плавку в ДСП. Данная работа проводилась совместно с работой по изменению схемы и количества присадки шлакообразующих материалов на ДСП.

Современная металлургическая промышленность требует повышения надежности и производительности действующего производственного оборудования, снижение материал- и энергоемкости металлопродукции, а также увеличения ее качества. Результатом выполнения этих требований стал подбор оптимального режима расхода кислорода на каждом этапе плавки ДСП.

Выбор режимов продувки металла кислородом с целью минимизации угара металлической шихты и увеличения выхода годного металла. Необходимость в подборе оптимального расхода кислорода возникла в результате повышенного удельного расхода металлической шихты из-за ее угара и, как следствие, низкого выхода

годного металла. В результате проведения статистических плавов подобран оптимальный режим расхода кислорода в периоды работы газокислородных горелок, а именно: изменение фазы инъекции кислорода на этапе доводки плавки на жидкой ванне ДСП-1,2 и в конце расплавления каждой отдельной порции загрузки металлической шихты (корзины):

расход кислорода на ДСП-1 на жидкой ванне снижен на четырех газокислородных инжекторах с 1900 до 1400 м³/ч. В конце расплава корзины – с 1900 до 1700 м³/ч:

расход кислорода на ДСП-2 на жидкой ванне снижен на трех газокислородных инжекторах с 1900 до 1500 м³/ч, в конце расплава корзины – с 1900 до 1800 м³/ч.

После проведенных изменений технологии выплавки стали в ДСП достигнуты технико-экономические результаты, представлены в табл. 3.

Из данных табл. 3 следует, что в результате проведенных изменений технологии выпуска стали на ДСП-1, изменения схемы и количества присадки шлакообразующих материалов, а также подбора оптимального режима расхода кислорода на ДСП-1, ДСП-2 получены следующие результаты:

1) увеличена часовая производительность ДСП-1, ДСП-2 с 123,91 до 125,755 т/ч;

2) снижен средний удельный расход металлической шихты с 1152,3 до 1136,8 кг/т;

3) увеличена средняя масса плавки с 103,1 до 104,52 т;

4) снижен средний удельный расход кислорода с 43,68 до 40,48 м³/т;

5) снижен удельный расход извести с 50,61 до 40,05 кг/т;

6) средний расход электроэнергии на ДСП-1 снижен с 423,75 до 417,84 кВт · ч/т, на ДСП-2 — 412,98 до 409,14 кВт · ч/т;

7) увеличена средняя стойкости футеровки ДСП-1 с 427 до 615 плавов, на ДСП-2 — с 439 до 632 плавов;

8) снижено образование отходов (шлак) с 207,79 до 168,91 кг/т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Внедрение мероприятий по подбору максимально допустимого диаметра трубы для горячего ремонта сталевого выпускного отверстия (желоба), изменение схемы и количества присадки шлакообразующих материалов в ДСП, подбор оптимального режима расхода кислорода на плавку в ДСП позволили улучшить произ-

водственные и технико-экономические показатели электросталеплавильного цеха.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Соболев В. Ф., Андрианов Н. В., Чичко В. А.** и др. Анализ влияния донного перемешивания на процессы растворения извести, дефосфорацию и десульфурацию металла в дуговой сталеплавильной печи // *Литье и металлургия*. 2006. № 1. С. 116–118.
2. **Бигеев В. А., Столяров А. М., Валиахметов А. Х.** Металлургические технологии в высокопроизводительном цехе. — Магнитогорск: МГТУ им. Г. И. Носова, 2014. С. 107–117.
3. **Гуляев М. П.** Разработка ресурсосберегающей технологии выплавки стали в сверхмощных дуговых печах с использованием донной продувки инертными газами : автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 2001. — 18 с.

Статья поступила 22.11.2020