

УДК 669.1

Искаков И.Ф., Валиахметов А.Х., Кузнецов М.С., Проскуровский Д.А., Шепелев Д.А.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В 120-ТОННЫХ ГИБКИХ МОДУЛЬНЫХ ПЕЧАХ АО «УРАЛЬСКАЯ СТАЛЬ»

Аннотация. АО «Уральская Сталь» является металлургическим предприятием с полным циклом. Основной продукцией комбината является листовой прокат, блюмовая и круглая заготовка, чушковый чугун. В состав комбината входит доменный цех, который имеет 4 доменные печи. Сталь выплавляется в двух дуговых сталеплавильных печах ДСП-120, которая затем разливается на блюмовой и слябовой МНЛЗ.

Профицит жидкого чугуна в АО «Уральская Сталь», а также нестабильная экономическая ситуация на рынке – резкое колебание цен на металлический лом, чушковый чугун, графитированные электроды подтолкнули к внедрению технологии выплавки стали в ДСП с возможностью варьирования расхода жидкого в широком пределе от 0 до 90%.

Ключевые слова: доменная печь, сталь, дуговая сталеплавильная печь, производительность печей, чугун.

Таблица 1

В 2018 году с компанией «TENOVA» (Италия) был подписан контракт на поставку оборудования для выплавки стали в ДСП с нулевым потреблением электроэнергии (рис. 1). В 2019 году в электросталеплавильном цехе АО «Уральская Сталь» была проведена модернизация оборудования. Вместо дуговых печей, работающих по классической технологии, ЭСПЦ получил две гибкие модульные печи (ГМП), способные работать как в режиме ДСП, так и в режиме кислородного конвертера. Появилась возможность использовать до 90-95 % жидкого чугуна и вести плавку без использования электроэнергии. Выплавка в режиме с использованием электроэнергии стала называться выплавкой в ГМП.



Рис. 1. Заливка жидкого чугуна в ДСП

В результате проведенной реконструкции вместимость печей не изменилась и составила 120 т жидкого металла на выпуске при весе «болота» около 20 т. Основные параметры ДСП до и после модернизации приведены в табл. 1.

Заливку жидкого чугуна производят через заливные желоба, установленные сбоку от рабочего окна ГМП (рис. 2).

Параметры ДСП

№ п/п	Параметры	До реконструкции	После реконструкции
1	Производительность 2-х печей, млн т/год	2,4	2,05
2	Масса жидкой стали на выпуске, т	115-120	115-120
3	Остаток металла («болота») в печи, т	20	20
4	Цикл плавки, мин	50	54
5	Продолжительность работы «под током», мин	28	0
6	Расход кислорода, м ³ /т	50	65
7	Заливка чугуна, кол-во ковшей	1	2
8	Длительность заливки чугуна, мин	12-15 (сверху 5 мин)	25-30 мин
9	Скорость заливки чугуна, т/мин	4-6	4-6
10	Количество фурм О ₂ /инжекторов С, шт	4/2	4/2
11	Интенсивность продувки кислородом, м ³ /ч	3000	3500

Для заливки жидкого чугуна в ДСП используется напольная машина слива чугуна (НМС) (рис. 3), при помощи которой имеется возможность регулировать скорость заливки жидкого чугуна в печь. НМС с заливающим ковшем с жидким чугуном по рельсам подъезжает к печи, далее ковш поднимается и наклоняется, осуществляя перелив чугуна по специальному желобу, установленному сбоку от рабочего окна. Скорость заливки чугуна регулируется сталеваром печи.

После окончания заливки напольная машина отъезжает от печи в позицию смены ковша и, при необходимости, после замены ковша проводится заливка чугуна из второго ковша.

Для увеличения интенсивности продувки ванны кислородом каждую печь оснастили четырьмя комбинированными газокислородными горелками и двумя угольными инжекторами (рис. 4). Общая интенсивность продувки ванны кислородом составила около 14 тыс. м³/ч.

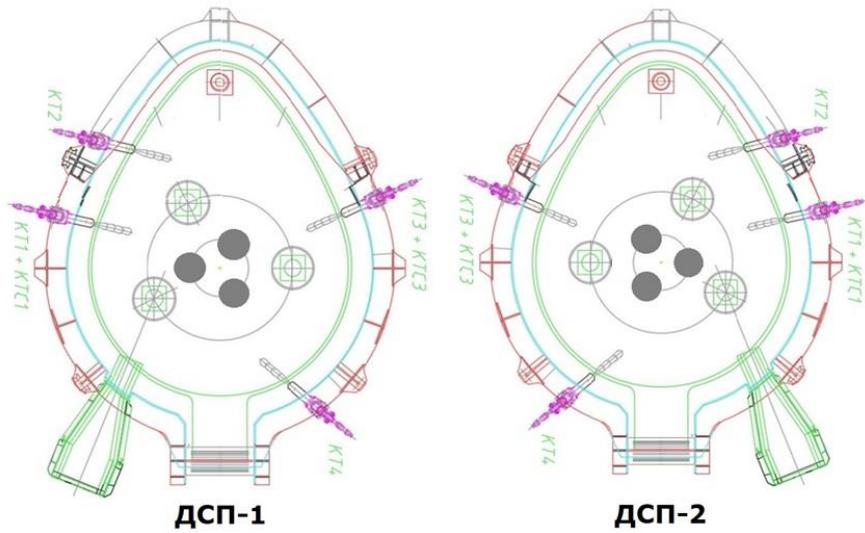


Рис. 2. Вид сверху на ДСП

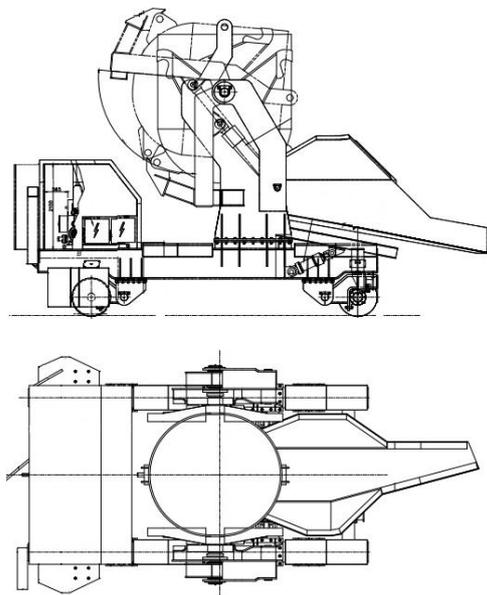


Рис. 3. Напольная машина слива чугуна

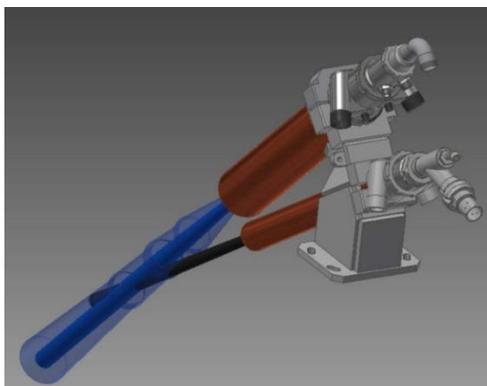


Рис. 4: а – газокислородная фурма-горелка и угольный инжектор;
б – наконечник газокислородной фурмы-горелки

Для перехода с режима работы ДСП на режим ГМП выполняют замену свода. Для выплавки стали в режиме ДСП используется стандартный водоохлаждаемый свод с огнеупорной центральной частью, для выплавки в режиме ГМП применяют полностью водоохлаждаемый свод без отверстий под электроды (рис. 5). Вся процедура замены занимает не более двух часов.



Рис. 5. Полностью водоохлаждаемый свод для работы печи в режиме ГМП

Учитывая большой объем работ и необходимость остановки части оборудования, модернизация была проведена поэтапно: сначала в феврале 2019 г. в эксплуатацию была введена ДСП №2, а затем в сентябре 2019 г. запущена ДСП №1. С момента запуска

печей в эксплуатацию по технологии без использования электроэнергии было выплавлено металла:

– в 2019 году – 597300 т (40% от годового объема);

– в 2020 году – 415386 т (30% от всего металла).

Кроме конструктивных изменений печей была изготовлена новая система подачи в печи материалов-охладителей, которые непрерывно присаживаются по ходу плавки. В качестве материалов-охладителей используют окисленные окатыши или ГБЖ. Для этого был смонтирован специальный бункер, из которого по конвейеру с заданной скоростью материалы подают в печь.

Технология выплавки стали в режиме ГМП заключается в последовательности операций, при которой в ГМП заливается чугун с заданной скоростью, при этом параллельно проводится интенсивная продувка ванны кислородом и для предотвращения избыточного перегрева ванны проводится присадка материала-охладителя (окатышей или ГБЖ). Энерготехнологический режим плавки представлен на рис. 6.

В ходе отработки технологии выплавки стали в модернизированных печах технология дорабатывалась и корректировалась.

По результатам проведенных плавок установлено оптимальное соотношение чугуна и ГБЖ при шихтовке плавки.

Установлен оптимальный вес жидкого чугуна для заливки из первого и второго заливочного ковша.

При работе на новых печах удалось достичь следующих показателей (табл. 2).

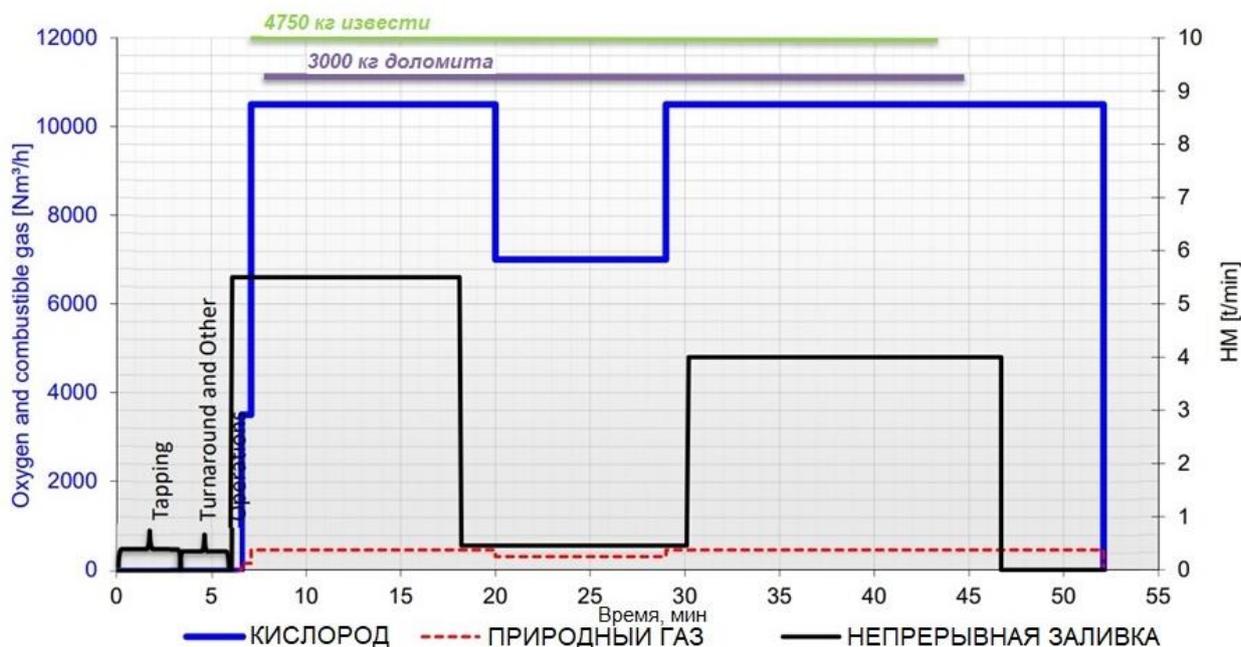


Рис. 6. Энерготехнологический режим плавки в ГМП при использовании 90% жидкого чугуна

Показатели работы ДСП

№ п/п	Параметры	До	После
1	Доля лома в шихте, %	50–55	0
2	Доля чугуна в шихте, %	40–45	90–95
3	Цикл плавки, мин	50	54
4	Время «под током», мин	28	0
5	Расход электродов, кг/т	1,35	0
6	Расход электроэнергии, кВт·ч/т	230	0
7	Расход кислорода, м ³ /т	45–50	65
8	Содержание примесей цветных металлов (Cr, Ni, Cu), % каждого	0,05–0,15	0,01
9	Расход металлошихты, кг/т	1156	1145
10	Уровень шума от печи	Значительный	Отсутствует
11	Нагрузка на газоочистку	Пиковое образование отходящих газов	Распределенное во времени образование отходящих газов

Внедрение технологии гибкой работы печей в режиме ДСП/ГМП позволяет получать АО «Уральская Сталь» максимальный эффект от использования различного вида сырья в зависимости от ситуации на рынке. Переход на ГМП технологию позволил повысить гибкость и эффективность производства, снизить

себестоимость выпускаемой продукции, уменьшить количество выбросов.

На сегодня дуговые печи АО «Уральская Сталь» являются самыми гибкими сталеплавильными агрегатами в России и странах постсоветского пространства.

Сведения об авторах

Искаков Ильдар Фаритович – Управляющий директор АО «Уральская Сталь», Новотроицк, Россия.

Валиахметов Альфед Хабибуллаевич – главный сталеплавильщик АО «Уральская Сталь», Новотроицк, Россия.

Кузнецов Максим Сергеевич – начальник управления технического сопровождения сталеплавильного производства АО «Уральская Сталь», Новотроицк, Россия.

Проскуровский Дмитрий Адольфович – начальник ЭСПЦ АО «Уральская Сталь», Новотроицк, Россия.

Шепелев Денис Сергеевич – главный специалист по электросталеплавильному производству АО «Уральская Сталь», Новотроицк, Россия.

INFORMATION ABOUT THE PAPER IN ENGLISH

FEATURES OF STEEL MAKING TECHNOLOGY IN 120-TON FLEXIBLE MODULAR FURNACES JSC "URAL STEEL"

Iskakov Idar F. – Managing Director of JSC “Ural Steel”, Novotroitsk, Russia.

Valiakhmetov Alfed Kh. – Chief Steelmaker of JSC “Ural Steel”, Novotroitsk, Russia.

Kuznetsov Maksim S. – Head of the Department of Technical Support of Steelmaking Production of JSC “Ural Steel”, Novotroitsk, Russia.

Proskurovsky Dmitry A. – Head of EAFS of JSC “Ural Steel”, Novotroitsk, Russia.

Shepelev Denis S. – Chief Specialist for Electric Steel-Making Production at JSC “Ural Steel”, Novotroitsk, Russia.

Abstract. JSC “Ural Steel” is a full-cycle metallurgical enterprise. The main products of the plant are sheet metal, bloom and round billets, pig iron. The plant includes a blast furnace shop, which has 4 blast furnaces. Steel is smelted in two electric arc steel-making furnaces of 120 tons capacity, which is then poured into bloom and slab continuous cast-

ing machines. The surplus of liquid iron in JSC "Ural Steel", as well as the unstable economic situation on the market - sharp fluctuations in prices for scrap metal, pig iron, graphite electrodes pushed for the introduction of steelmaking technology in EAF with the possibility of varying the flow rate of liquid in a wide range from 0 to 90 %. In 2018, a contract with TENOVA (Italy) for the supply of equipment for steelmaking in EAF with zero electricity consumption was signed. In 2019, the equipment was modernized in the electric arc furnace shop of "Ural Steel". Instead of arc furnaces operating according to the classical technology, the ESFC received two flexible modular furnaces (GMF), capable of operating in both EAF and oxygen converter modes. Now it is possible to use up to 90-95% of liquid iron and melting without using electricity. Electric melting came to be known as GMF melting.

Key words: full-cycle metallurgical enterprise, bloom and round billets, slab continuous casting machines, flexible modular furnaces.

Ссылка на статью:

Особенности технологии выплавки стали в 120-тонных гибких модульных печах АО «Уральская Сталь» / И.Ф. Искаков, А.Х. Валиахметов, М.С. Кузнецов, Д.А. Проскуровский, Д.А. Шепелев // Теория и технология металлургического производства. 2021. №2 (37). С. 19-23.
Iskakov I.F., Valiakhmetov A.Kh., Kuznetsov M.S., Proskurovsky D.A., Shepelev D.S. Features of steel making technology in 120-ton flexible modular furnaces JSC "Ural Steel". *Teoria i tehnologia metallurgiceskogo proizvodstva*. [The theory and process engineering of metallurgical production]. 2021, Vol. 37, No. 2, pp. 19-23.