



There are examined the basic ways of equipment modernization and improvement of manufacturing methods, directed on increasing of output and refinement of output goods.

*И. В. ДЕРЕВЯНЧЕНКО, А. В. ГАЛЬЧЕНКО, А. В. ЧЕРНОВОЛ,
Молдавский металлургический завод*

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ В СВЕРХМОЩНЫХ ДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧАХ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В УСЛОВИЯХ МОЛДАВСКОГО МЕТАЛУРГИЧЕСКОГО ЗАВОДА

УДК 669.187

Развитие сталеплавильного производства в настоящее время определяется наличием качественного и дешевого сырья, а также бесперебойным снабжением энергоресурсами. Но в последнее время наблюдаются сложности в стабильном обеспечении подготовленным сырьем, необходимым для работы дуговых печей. Эти негативные факторы не позволяют привести технологический и энергетический режимы к единому целому. В связи с изложенным выше оптимизация работы дуговых печей может осуществляться только с учетом особенностей работы конкретного агрегата.

В мировой черной металлургии наблюдаются два основных направления развития производства — оптимизация работы уже действующих печей за счет введения дополнительных источников энергии с помощью специального технологического оборудования и строительство дуговых печей, оборудованных различными системами подогрева лома за счет теплоты отходящих газов.

С целью оптимизации работы печи в ноябре 1996 г. по контракту с фирмой "Даниели" на дуговой печи №2 электросталеплавильного цеха Молдавского металлургического завода (ММЗ) было установлено оборудование для ввода в жидкую сталь и атмосферу печи дополнительной энергии, в результате чего произошло снижение времени, необходимого для нагрева и расплавления металлошихты и, как следствие, снижение общей продолжительности плавки и времени работы печи под нагрузкой. С использованием данной технологии провели 12 кампаний.

Ниже приведены показатели, заявленные по контракту с фирмой "Даниели" (1) и фактические показатели работы ДСП-2, достигнутые в 2000 г. (2).

	(1)	(2)
Общая продолжительность плавки, мин	77	56,4
Время под нагрузкой, мин	51	43
Масса выпускаемой стали, т	120	125
Расход:		
электродов, кг/т	2,25	1,4
природного газа, м ³ /т	6,4	8
кислорода, м ³ /т	40,2	36,8
электроэнергии, кВт·ч/т	375	410

Главная отличительная особенность технологии "Данарк" — использование теплоты химических реакций, протекающих как в жидком расплаве, так и в атмосфере печи. Немаловажной особенностью данной технологии является также применение донных фурм, которые по условиям контракта были предназначены для вдувания кислорода в жидкий расплав для окисления углерода; хорошего перемешивания расплава с начала расплавления; обеспечения теплоотдачи в расплавленном металле; облегчения расплавления металлошихты в зонах, на которые не распространяется прямое действие электрической дуги или горелок.

С момента запуска системы "Данарк" в работу были опробованы различные варианты продувки стальной ванны газами и смесями газов — кислорода, метана и азота. За время освоения донной продувки с использованием кислорода наблюдалась невысокая стойкость продувочных узлов (не

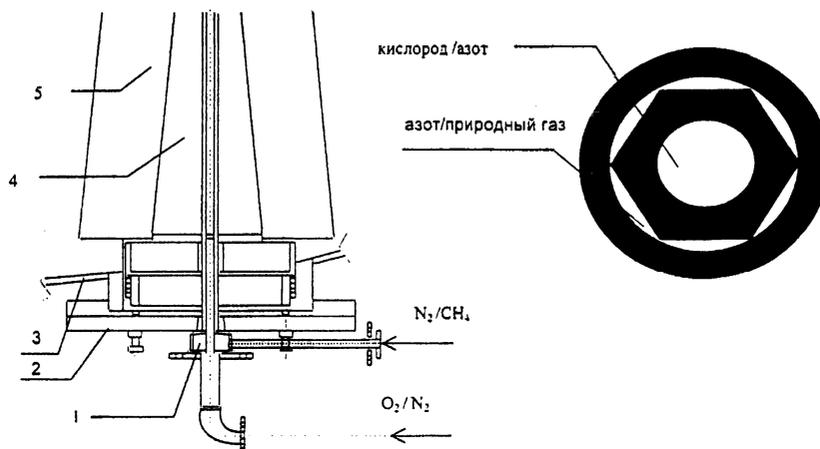


Рис. 1. Донная газокислородная фурма: 1 — донная трубчатая фурма; 2 — присоединительный фланец фурмы; 3 — донная часть кожуха печи; 4 — внутренний огнеупорный блок; 5 — внешний огнеупорный блок

более 250 плавов) вследствие быстрого износа гнездовых блоков, что приводило к частым простоям, связанным с ремонтом и осмотром состояния донных фурм, а при необходимости и вывода их из работы. В результате чего принято решение осуществлять продувку только инертным газом (азотом). В настоящее время средняя стойкость донных фурм составляет ≈ 450 плавов. Продувка азотом привела к улучшению перемешивания расплава, но главное назначение фурм — вносить в стальную ванну дополнительную энергию за счет вдувания кислорода с целью обезуглероживания металла — было утрачено. На рис. 1 показана донная фурма фирмы "Даниели".

При существующей технологии выплавки стали в ДСП-2 используются три донные фурмы и продувку осуществляют азотом. Решение о вводе в работу трех фурм было принято на основании опыта, накопленного за предыдущие кампании. Установка четвертой фурмы в районе второй и третьей водоохлаждаемых стеновых панелей нецелесообразна вследствие наличия "горячей" зоны в результате действия стеновых газокислородных горелок, расположенных в первой и третьей стеновых панелях и дверного манипулятора.

Также на ДСП-2 для продувки стальной ванны периодически используются каналные блоки одной из огнеупорных фирм (система DDP). С июля 1999 г. каналные блоки были установлены на дуговые печи, чему способствовала идентичность огнеупорных изделий по габаритным размерам для указанных выше продувочных устройств. При использовании данной технологии продувка осуществляется инертным газом (азот, аргон) через три продувочных блока. Стойкость блоков составляет ≈ 300 плавов.

Однако при работе на каналных блоках установлен ряд негативных факторов.

1. Ожидаемого значительного улучшения технико-экономических показателей не выявлено. Расход электроэнергии, длительность плавов и, следовательно, производительность печи суще-

ственно не отличаются от показателей обычной технологии.

2. При работе с применением режима интенсивности продувки через каждый продувочный блок стойкость пробок уменьшается на 50—60 плавов, что связано с более интенсивным износом огнеупорного материала продувочного устройства.

3. Сложность в обслуживании пробок. Во время работы печи наблюдаются случаи увеличения температуры на подине печи до значений более 350 °С. В результате необходимо проводить горячие ремонты футеровки подины печи, что ведет к повышенному расходу огнеупорных материалов.

4. Каждый ремонт требует остановку печи длительностью не менее 10—15 мин. После ремонта интенсивность продувки снижается, что ведет к снижению эффективности работы донной продувки. Эта ситуация усугубляется тем, что отсутствует аварийная система контроля температуры продувочного устройства, которая присутствует в системе "Данарк".

К причинам недостаточной эффективности работы донных продувочных устройств также следует отнести и структуру металлошихты, используемой на ММЗ, которая отличается в худшую сторону по сравнению с западными заводами (большое количество пакетов, тяжеловесного лома, покупного и собственного скрапа).

В таблице приведены сравнительные показатели работы печи с продувкой через фурмы фирмы "Даниели" и каналные блоки.

Отметим, что общая длительность плавки и время работы с нагрузкой значительно лучше при продувке через донные фурмы по сравнению с продувкой через каналные блоки. В результате значительных недостатков, выявленных при использовании каналных блоков (указаны выше), с технологической и экономической точек зрения эффективнее использовать в качестве продувочных устройств фурмы фирмы "Даниели" с продувкой инертным газом, которые, как и каналные

Технологические показатели работы ДСП-2

Характер работы	Масса плавки, т	Масса шихты, т	Температура перед выпуском, °С	Расход электроэнергии, кВт·ч/т	Длительность под током, мин	Длительность плавки, мин	Выход годного, %
Продувка через фурмы	124,7	137,3	1623	420,3	43	56,4	90,8
Продувка через пробки	125,8	140,7	1623	430,1	46,31	61,21	89,4

блоки, применяются только для получения эффекта перемешивания металла, особенно при расплавлении тяжеловесного лома. Из-за нецелесообразности использования кислорода при донной продувке (как отмечалось ранее) система "Данарк" в полной мере не оправдала себя.

Данная технология с момента пуска претерпела множество изменений: специалистами завода изменены первоначальные режимы работы стеновых газокислородных горелок и донных фурм, изменился и электрический режим. Следует отметить тот факт, что на дуговой печи установлены улучшенные стеновые газокислородные горелки, разработанные специалистами завода. Отличительной особенностью новых стеновых газокислородных горелок является оптимизация условий организации взаимодействия составляющих факела, что позволило значительно расширить область взаимодействия факела с шихтой и сохранить период расплавления металла. За счет улучшения режима работы и изменения места расположения горелок время периода расплавления сократилось на 1,0—1,5 мин, расход электроэнергии — на 15 кВт·ч/т, за счет снижения бокового угара расход электродов уменьшился на 0,2 кг/т.

В настоящее время изучается вопрос по осуществлению продувки металла в печи через пористую подину.

В сентябре 1999 г. был установлен новый трансформатор мощностью 95 МВА. Необходимость замены печного трансформатора была вызвана решением руководства завода увеличить производительность дуговой печи №2 до 1 млн т стали в год.

С вводом в работу более мощного трансформатора длительность плавки сократилась до 5 мин за счет большей подводимой электрической мощности, снизился расход электроэнергии за счет ведения плавки на "длинных" дугах с низкими токами, вследствие чего произошло снижение расхода графитированных электродов, уменьшились ударные нагрузки на оборудование печи, что способствовало стабильной работе печи.

Наряду с модернизацией дуговой сталеплавильной печи на заводе проводятся работы, направленные на улучшение качества выпускаемой продукции. Для того чтобы заказчик был уверен в качестве предлагаемой ему продукции, Молдавский металлургический завод постоянно ведет работу по сертификации выпускаемой продукции на соответствие требованиям стандартов поставки. За последние два года на заводе освоили арматурный прокат по стандартам Австрии, Финляндии,

Португалии, США, Великобритании; технологию производства низкоуглеродистой катанки повышенной пластичности, микролегированной бором и высокоуглеродистой катанки — катаная, пружинная, струнобетонная.

В настоящее время отрабатывается технология производства высокоуглеродистой непрерывнолитой заготовки (НЛЗ) с целью прокатки в катанку и дальнейшей переработкой в металлокорд. Решение по освоению данного вида продукции было обусловлено развитием рынка сбыта продукции из высокоуглеродистой катанки. Главными потребителями являются шинная промышленность и метизные заводы.

В 2000 г. в электросталеплавильном цехе проведена реконструкция насосно-аккумуляторной станции и гидравлического оборудования электросталеплавильной печи, которая позволит обеспечить высокие технические параметры и работу исполнительных механизмов печи в соответствии с высокоинтенсифицированным и динамичным технологическим процессом ведения плавки. Также установлен новый регулятор мощности SIMELT на дуговой печи, который, согласно гарантийным обязательствам поставщика, позволит увеличить производительность и снизить удельный расход электроэнергии на тонну выплавленной стали по отношению к достигнутым показателям.

В 2001 г. установлены вакууматор типа VD-OB и система электромагнитного перемешивания на машине непрерывного литья заготовок. В результате проведенной модернизации электросталеплавильный цех будет способен производить высококачественную и конкурентоспособную сталь с улучшенным химическим составом, "чистую" по неметаллическим включениям с минимальным содержанием газов, оптимальной макроструктурой непрерывнолитой заготовки, без химической ликвации элементов. Эта модернизация позволит значительно расширить сортамент выпускаемой продукции. За счет более низкой себестоимости и высокого качества завод способен конкурировать с ведущими западными производителями.

Следует отметить, что освоение новых видов оборудования, технологий невозможно без высокого уровня компьютеризации и автоматизации всего технологического процесса. Помимо использования контроллеров в управлении агрегатами и механизмами ДСП-2 и установки "ковш—печь" применяются так называемые системы управления верхнего уровня. Обладая наглядным интерфейсом, в том числе и графическим, они позволяют

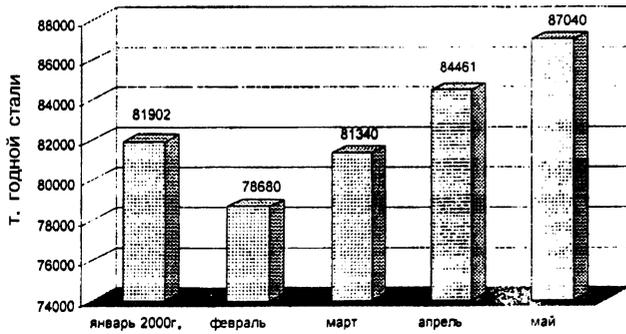


Рис. 2. Динамика изменения производства стали на ДСП-2 в 2000 г.

отслеживать и управлять различными процессами выплавки стали. Будучи объединенными в общую сеть и обмениваясь по сетевой технологии с контроллерами управления, системы верхнего уровня накапливают и сохраняют в базе данных как графики всех технологических параметров выплавки стали, так и технико-экономические показатели. Эти данные позволяют не только контролировать соблюдение технологии, осуществлять диагностику работы оборудования, производить анализ нештатных ситуаций, получать отчетные формы, но и выполнять исследовательские работы по улучшению существующих или созданию новых

технологий. В настоящее время в стадии опытной эксплуатации находится система ОРАКУЛ, являющаяся по сути теплехимической моделью ДСП-2, которая функционирует в режиме советчика. По результатам опытной эксплуатации планируется ее использование в качестве управляющей системы, что даст возможность избежать человеческого фактора в соблюдении заданной технологии.

Поскольку продукция ММЗ ориентирована главным образом на западные рынки сбыта, модернизация существующего оборудования и отработка технологии производства непрерывнолитой заготовки направлены на снижение себестоимости продукции. Так, в первом полугодии 2000 г. по сравнению с первым полугодием 1998 г. затраты на производство заготовки уменьшились на 22%. Это способствовало увеличению объемов выпускаемой продукции (рис. 2), а что самое главное — повышению качества конечного продукта. В результате проведенной модернизации оборудования, совершенствования технологии выплавки, внепечной обработки и разлива стали Молдавский металлургический завод в настоящее время превратился в мини-завод, способный производить одной дуговой печью переменного тока без подогрева металлолома и без использования жидкого чугуна более 1 млн т непрерывнолитой заготовки в год.