

**ПЛАЗМЕННЫЕ ШАХТНЫЕ ПЕЧИ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
СТАЛИ И ФЕРРОСПЛАВОВ ИЗ РУДЫ**

*И.А.Безруков
С.Н.Мальшев
А.П.Кузнецов
И.С.Пархомук
М.Н.Соколовский
Е.П.Демиденко*

“Центр Электротехнологий” НГТУ,
ЗАО НПП “ЭПОС”

За многие столетия, с первых плавов металла в печах, казалось бы, их конструкция достигла предела размеров и совершенства: доменные печи - свыше 7000 куб.м., сталеплавильные печи - емкостью 200 тонн и более.

Тем не менее, развитие металлургических агрегатов не останавливается, возникает и накапливается новый набор идей, приводящий к переосмыслению «очевидных» вещей, вслед за этим развиваются и современные технологии, а также подходы к проектированию и созданию новых заводов и цехов.

За бурным техническим переоснащением металлургических цехов крупным современным (как правило, зарубежным, или сделанным по зарубежным проектам) металлургическим оборудованием в России в 2000-2008 гг., сопровождающимся бумом продаж металла за рубеж, наступил кризис 2008 года.

И отчетливо проявилась принимаемая ранее немногими очевидная мысль: металлургические производства, оснащенные крупным оборудованием, изначально, по определению, негибки, плохо адаптированы к изменяющимся рыночным условиям.

Они хороши для массового выпуска рядовых сортов сталей, предназначенных для продажи слитками за рубеж, и не соответствуют по качеству металлов, которые должна производить для собственного внутреннего потребления индустриальная страна.

Остановка одной-двух стотонных ДСП или мощных РВП приводит к потере работы тысяч коллективов.

Недогрузка печи резко повышает накладные расходы и делает ее эксплуатацию нерентабельной.

Частая смена сортамента выпускаемого металла экономически и технически почти невозможна.

Эти и другие важные факторы указывают на давно назревший вектор развития в пользу мобильных участков с оборудованием в разы меньшей производительности, но более технологически и энергетически оснащенных, с меньшими удельными затратами и низкой экологической нагрузкой на окружающую среду.

Рудовосстановительные печи – не исключение в указанном ряду.

Их короткие сети хорошо симметрированы, потери электроэнергии снижены до предела, решены вопросы компенсации реактивной мощности.

Однако есть немало нерешенных задач:

- большие резервы остаются в использовании тепла отходящих газов, состоящих на 80% из CO, запасенной в них химической энергии;
- по-прежнему в ряде технологий выход годного ферросплава из руды составляет 60-70% от возможного, остальное уходит в шлаки, пыль, возгоны; к этому добавлены потери при обогащении руды;
- ферросплавному производству предшествуют несколько дорогостоящих, экологически исключительно вредных производств, например, коксохимическое, обогатительное и др.;
- продуктом производства ферросплава являются, в том числе, большое количество твердых, жидких и газообразных отходов, требующих дорогостоящей нейтрализации.

В Центре Электротехнологий НГТУ, при участии инжиниринговых организаций, в течение нескольких лет выполняются работы, задачей которых является создание электротермических агрегатов, решающих проблему получения стали и ферросплавов из руды, без многостадийности процесса, при этом с улучшенными техническими и экологическими характеристиками, за счет полного использования запасенной в компонентах энергии, с извлечением полезных компонентов из руды до 96-98%.

Достижение указанной задачи приведет к снижению удельных затрат на единицу продукции, с учетом всей цепочки технологии, от руды, в 3-5 раз.

Ее решению способствует накопленный в коллективе опыт создания мощных плазменных систем (мощностью до 18 МВт, с высокоэффективными плазменными узлами с КПД до 98% и ресурсом, исчисляемым в тысячи часов), являющихся важным элементом печи.

Положительный результат достигается следующими путями:

- Регенерация тепловой составляющей достигается качественной теплоизоляцией и использованием шахты для подаваемого сырья, нагреваемого отходящими газами.
- Правильный химизм процесса, полнота и правильный вектор и последовательность химреакций. Запасенная химическая энергия используется сполна рециркуляцией газа, до срабатывания восстановителя.
- Количество газовых выбросов, паров и пыли нейтрализуется столбом шихты в шахте и правильным подбором режимов течения газа, фракционностью и химсоставом шихты, температурным режимом.
- Полнота процесса восстановления определяется конфигурацией рабочего пространства печи, температурным режимом по зонам, правильным газовым составом и составом шихты.
- Возможность обеспечения правильного распределения температуры и мощности в печи обеспечивается правильным выбором энергоисточника, его конструкции и места его расположения, режимов работы.

Если бы достижение каждой из целей могло быть обеспечено независимыми средствами, решение задачи не представляло бы сложности.

Совместное решение противоречивых задач делает эту проблему, при всей заманчивости ее решения, крайне сложной.

В Центре Электротехнологий НГТУ ведется исследование процессов и возможностей решение указанной комплексной задачи одновременно в нескольких направлениях.

Для проверки технических решений по технологии было последовательно выполнено несколько макетов плазменных шахтных рудовосстановительных печей, некоторые из них приведены на рисунках 1-3.



Рисунок 1. Макет плазменной РВП с коаксиальными плазмотронами мощностью 70 кВт.



Рисунок 2. Фотография макета плазменной РВП с коаксиальными плазменными узлами мощностью 240 кВт

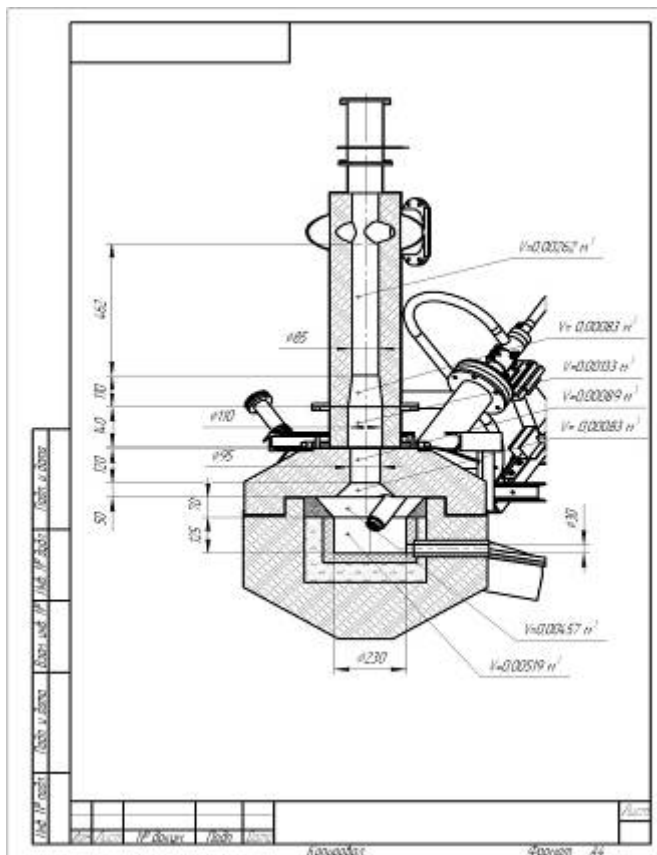


Рисунок 3. Схема макета плазменной печи

Макеты плазменных печей содержат все элементы присущие большой печи.

Контролируются все основные параметры, включая химический состав газов и элементный состав продуктов.

В ферросплавном процессе на классических печах в колошниковых газах содержится до 80% газа CO, являющегося высококалорийным топливом и восстановителем.

В процессе отработки технологии удалось повысить коэффициент использования восстановителя до 80 и более процентов, при этом тепловая регенерация может быть ограничена только необходимостью отсутствия конденсации воды в системах пылеулавливания и газоочистки.

В опытных плавках на макетах печи достигнуто извлечение марганца из руды до 92%, рисунок 4.



Рисунок 4. Силикомарганец, полученный на макете плазменной печи.

Необходимо учесть при этом, что использовалась бедная руда Селезеньского месторождения, с содержанием марганца от 12 до 18%.

Руда не проходила обогащения.

В качестве восстановителя может быть применен уголь вместо дорогостоящего кокса.

Химизм процесса в плазменной шахтной печи существенно отличается и от доменной плавки, и от процессов в классических РВП.

При технологическом сопровождении ЦЭ НГТУ фирма ЗАО НПП «ЭПОС» изготовила и запустила в опытную эксплуатацию для «СГМКgroup», г. Новокузнецк, плазменную шахтную рудовосстановительную печь производительностью по ферросплаву 1 тонна в час, работающую на бедном сырье Селезеньского марганцевого месторождения, с содержанием марганца в шихте 13-20%.

Опыт, полученный при отработке технологии плавки, в полной мере использован при подготовке к запуску плазменной РШПП-1,5. При совместной работе трех плазмотронов в течение нескольких суток подтверждена мощность 1,5 МВт, при этом каждый из плазмотронов и каждый из источников питания, работая на мощности 500 кВт, имели запас мощности до 300 кВт (500В и 1600А для каждого плазмотрона).



Рисунок 5. Эскиз плазменной РШПП мощностью 1,5 МВт для СГМК-Ферросплавы.



Рисунок 6. Плазменная шахтная печь конструкции ЗАО НПП «ЭПОС» мощностью 1,5 МВт для производства силикомарганца, запущенная в апреле 2009 г.

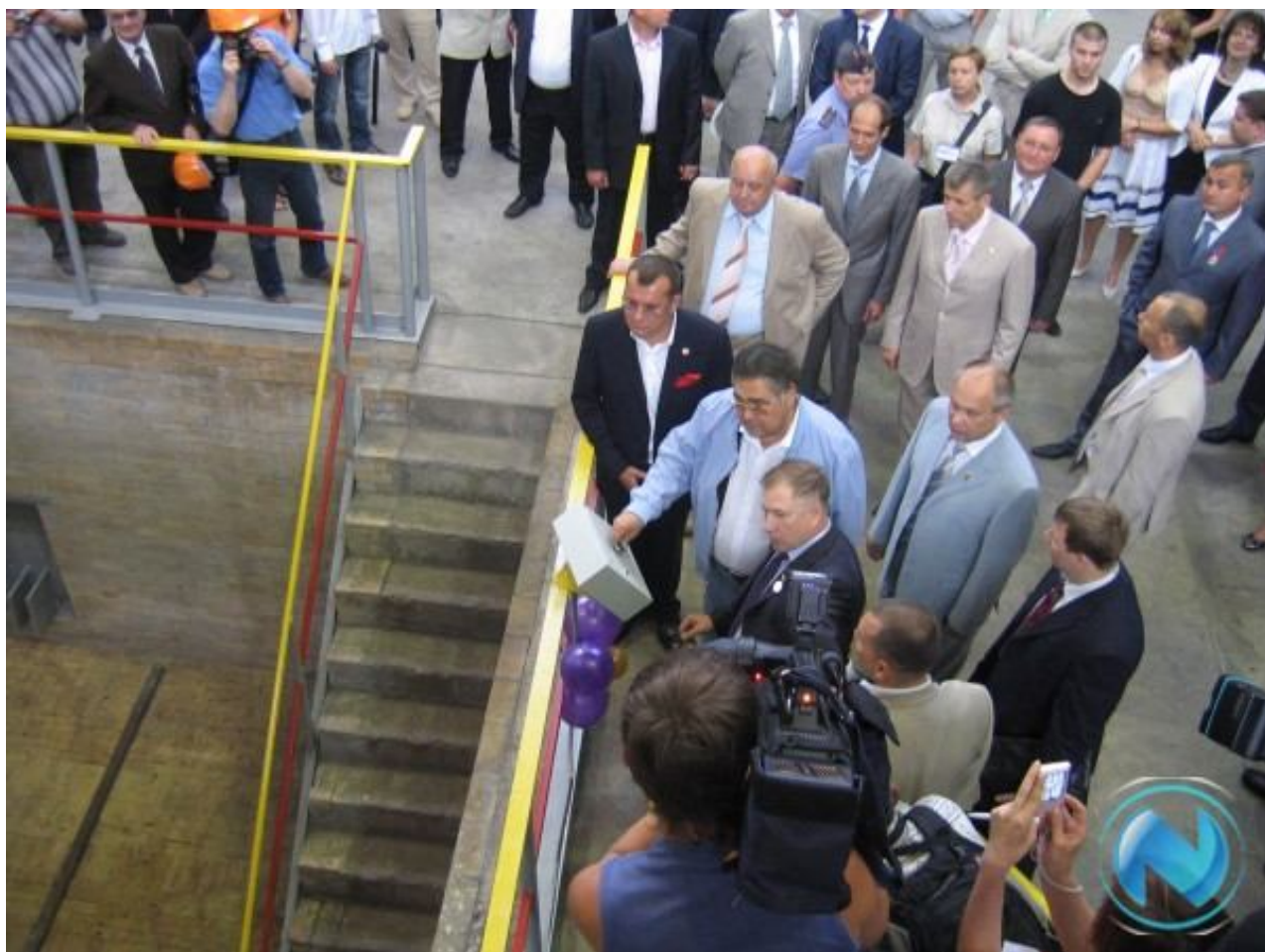
К сожалению, на данной печи не удастся в полной мере реализовать все заявленные преимущества плазменной шахтной РВП.

Это связано с тем, что по инициативе Заказчика, при практической реализации участка и печи была изменена система рециркуляции газов, поточно-транспортная система и структура загружаемого сырья, что резко поменяло режимы восстановления и химизм процесса и снизило и его КПД.

Тем не менее, сохраняется возможность проверки ряда заложенных решений в большом масштабе для продвижения перспективной технологии на новых агрегатах. Работы над современными плазменными технологиями и процессами в ЦЭ НГТУ продолжаются.



Фотография 1. ГЛАВНАЯ кнопка для торжественного пуска печи на день металлурга 17 июля 2009г.



Фотография 2. Пуск печи



Фотография 3. Торжественное разрезание ленточки



Фотография 4. Награждение



Фотография 5. Медали вручены. За работу товарищи!