

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛА И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО  
ПОТЕНЦИАЛА ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ДУГОВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ  
ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ НА ВОДООХЛАЖДАЕМОЙ  
РЕШЕТКЕ СВОДА

А.А. Троянский, А.П. Тищенко, П.И.Тищенко, С.Н. Тимошенко  
ДНТУ

*Розроблено основні конструктивні і технологічні принципи використання тепла і відновлювальної здатності газів, що відходять зі сталеплавильного агрегату, для попередньої обробки шихтових матеріалів з метою їх нагрівання і часткового відновлення на водоохолоджуваній решітці склепіння. Очікувана ефективність запропонованої технології виражається в економії електроенергії й утилізації вторинних сировинних і енергетичних ресурсів.*

Традиционная система охлаждения свода дуговой печи высокой мощности выполняется, как правило, с плотной укладкой труб [1]. При таком конструктивном решении неизбежны высокие потери тепла с охлаждающей водой (до 12–15% вводимой мощности), которые практически не утилизируются, а также потери мелкой фракции материалов плавки из ванны (до 10% массы шихты) за счет локального мощного газового потока в районе отверстия газоотсоса.

Задача утилизации тепла и восстановительного потенциала отходящих газов плавки является весьма актуальной. В новых технических решениях дуговых печей [2] отходящие газы отсасываются через слой шихтовых материалов, загружаемых в специальную шахту с удерживающими шихту “пальцами”. Ограниченные габариты шахты вызывают необходимость увеличения высоты слоя, что осложняет отсос газа из-за высокого гидравлического сопротивления, а локальность загрузки способствует увеличению неравномерности тепловой работы печи.

Предложено решение задачи утилизации тепла и восстановительного потенциала печных газов на водоохлаждаемой решетке свода с использованием принципа распределенного газоотсоса [3,4].

На рис.1 приводится схема традиционного свода (а) и свода с системой распределенного газоотсоса (б).

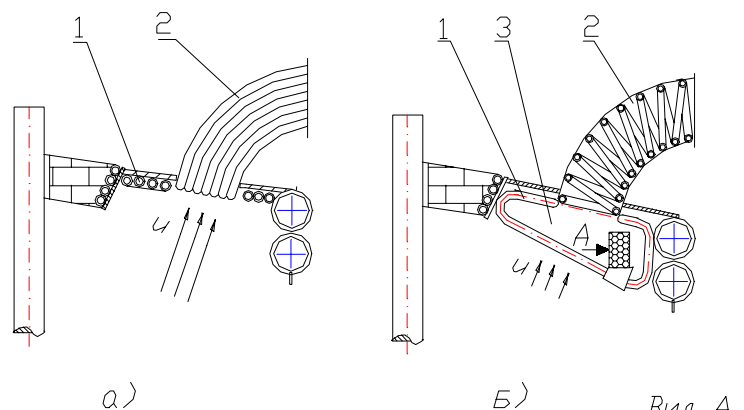
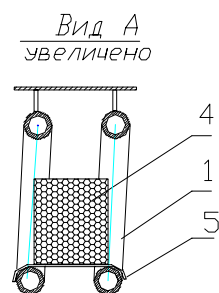


Рисунок 1- Схема обычного водоохлаждаемого свода (а) и свода

с гидравлической решеткой (б), на котором выполнены эксперименты по обработке материалов. 1- панель свода, 2-патрубок газоотсоса, 3-тороидальная камера, 4- контейнер с образцами материала, 5-полка на трубчатой решетке.  $u$  - относительная величина и направление вектора скорости газового потока.



В последнем газы всасываются через распределительную решетку, расположенную по периметру поверхности, в тороидальную камеру. Получаемая при этом более высокая равномерно - концентрационных и скоростных полей газа способствует сокращению потерь тепла и выноса материалов плавки.

Реализация разработанного решения позволила за счет создания гарнисажного теплового сопротивления в околотрубном пространстве и более равномерного пространственного течения газа сократить потери тепла на 25-30 %, а вынос пыли – на 30-50 % [3].

Разработаны основы технологии плавильно– восстановительного процесса и принципы его реализации [5]. Указанный подход позволяет по–новому решить проблему утилизации тепла и восстановительной способности отходящих газов.

Предложенное нами конструктивное оформление системы охлаждения обеспечивает равномерную загрузку материалов на решетку свода с последующим опусканием в печь. При этом, ввиду большой горизонтальной площади контакта с газом, высота слоя материалов может быть незначительной, а уменьшение концентрации в газе кислорода (меньше подсос из рабочего окна) является предпосылкой частичного восстановления оксидов железа.

Температурный интервал обработки материалов можно в определенных пределах подобрать изменением шага решетки свода (межтрубное расстояние).

Проверку указанных предпосылок выполнили на 100 - тонной дуговой электропечи с водоохлаждаемыми элементами стен и свода. Материалы с размером кусков 5-20 мм помещали в стальной контейнер с отверстиями для прохода газов, который устанавливали на решетке свода (рис.1) и снимали в межплавочные периоды и в периоды подвалки при открытом своде.

Испытали гематитовые окатыши, металлизированные брикеты и оксидоугольные окатыши при разном времени пребывания в токе отходящего электропечного газа.

Материалы нагревали до 900-1000<sup>0</sup>С с сохранением их твердофазного состояния. На рис.2 приведены результаты химического анализа состава материалов в ходе обработки.

Полученные данные свидетельствуют, что при обработке оксидных и, в меньшей степени, металлизированных, материалов на решетке свода помимо нагрева может быть достигнуто предварительное восстановление высших окислов печными газами. Наличие сбалансированного количества углеродистого восстановителя в составе материала повышает эффективность его восстановления.

Как следует из данных рис. 2, в течение первого часа обработки материалов существенного отнятия кислорода от оксидов железа не наблюдалось, а углерод материалов окислялся. В течение последующего времени восстановление оксидов железа интенсифицировалось. Такой характер процессов обусловлен изменениями состава печного газа по ходу плавки и между подвалками при отсутствии мер по защите материалов от окисления.

Передача в ванну печи значительного количества тепла, аккумулированного материалами от излучения печного пространства и при обработке газами, позволит при загрузке материалов в печь получить экономию электроэнергии. Как следует из данных рис. 2, в течение первого часа обработки материалов существенного отнятия кислорода от оксидов железа не наблюдалось, а углерод материалов окислялся. В течение последующего времени восстановление оксидов железа интенсифицировалось. Такой характер процессов обусловлен изменениями состава печного газа по ходу плавки и между плавками при отсутствии мер по защите материалов от окисления (максимальный восстановительный потенциал в период обезуглероживания, значительная окисленность газа между плавками).

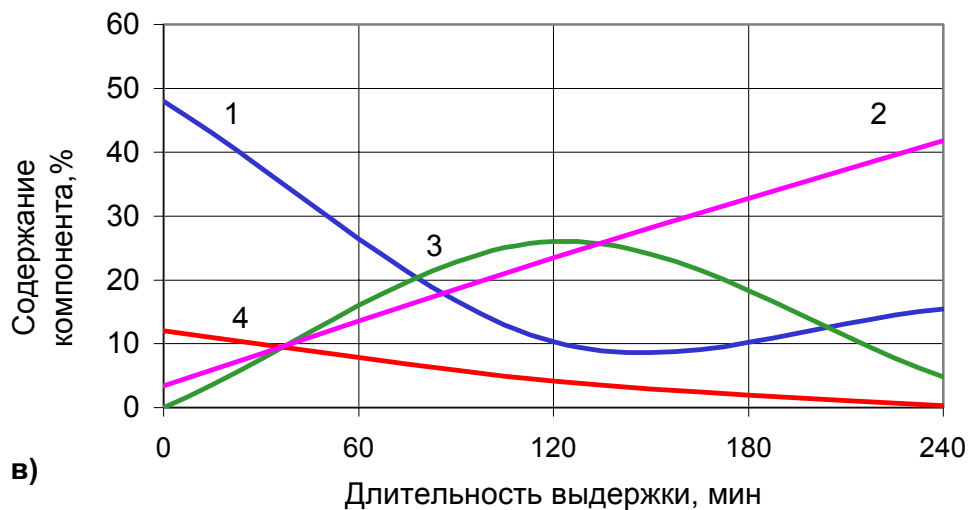
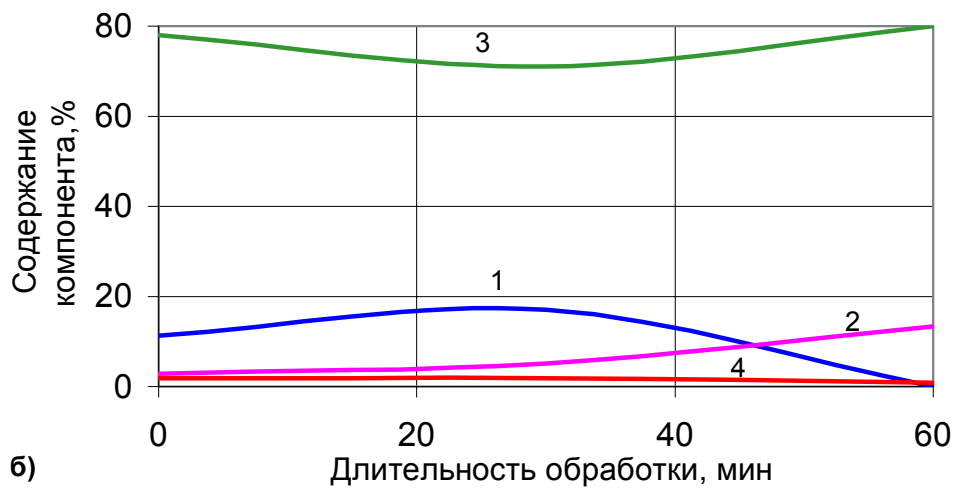
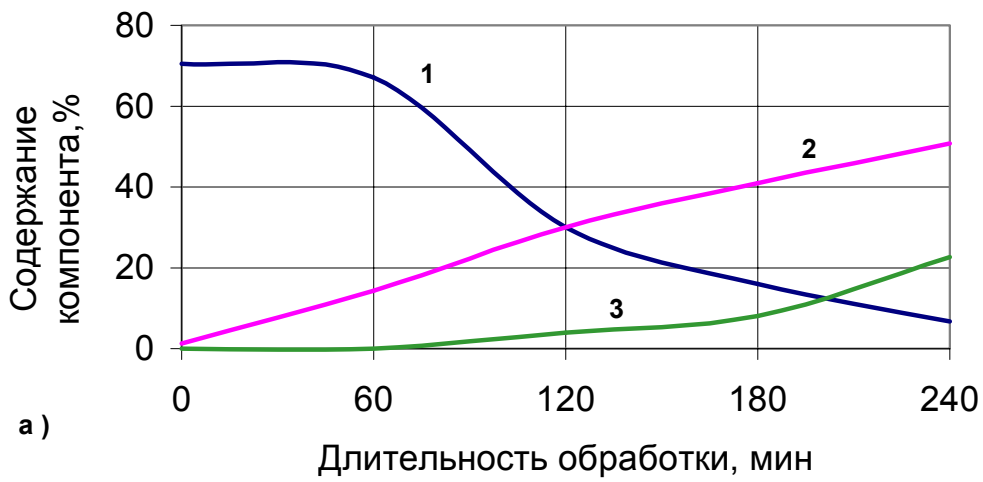


Рисунок 2- Поведение различных материалов при выдержке на решетке свода. а)-гематитовые окатыши. б)-металлизированные брикеты, в)-оксидоугольные окатыши. 1-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 2-FeO; 3- железо; 4- углерод.

Восстановление материалов в ходе нагрева дает дополнительные преимущества по экономии электроэнергии и использованию окискованных в брикеты и окатыши вторичных сырьевых материалов: сталеплавильной пыли, колошниковой пыли доменных печей, шламов. Выполнен петрографический анализ структуры брикетов металлизированного сырья до и после обработки на решетке свода. Структура брикетов (до обработки приведена на рис.3, а после обработки – на рис.4.



Рисунок 3- Метализованный брикет до обработки на решетке свода

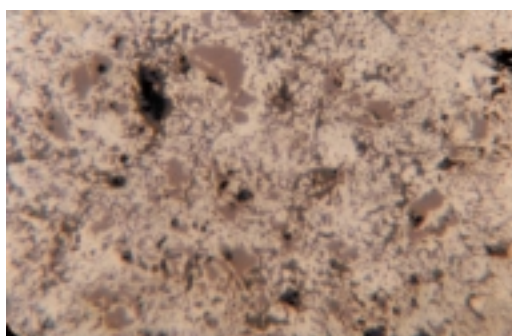


Рисунок 4- Метализованный брикет после обработки на решетке свода

Существенных изменений фазового состава не обнаружено. В материале после обработки повышается общее содержание железа и закиси железа и снижается содержание оксидной фазы высшей степени окисленности. Это свидетельствует о восстановительном, в целом, характере процессов на решетке свода.

#### **Выводы**

Разработана и опробована перспективная технология утилизации энергии и восстановительного потенциала отходящих газов плавки на водоохлаждаемой решетке свода для предварительной обработки твердых железосодержащих материалов с последующим опусканием их в рабочее пространство печи.

Эксперименты на 100-тонной электродуговой печи показали возможность подогрева до 900-1000<sup>0</sup>С и частичного восстановления сыпучих

материалов на решетке свода без осложнений, присущих аналогичным процессам. Ожидаемая эффективность предложенной технологии выражается в экономии электроэнергии и утилизации вторичных сырьевых и энергетических ресурсов.

#### Литература

1. Шольц Р., Райнерс У. Проблемы теплопередачи при применении водоохлаждаемых элементов стен дуговых печей // Черные металлы.- 1986.- № 19.- С. 26-36.
2. Фукс Г., Гелер К. Технология производства стали в электродуговых печах в XXI веке // Сталь.- 1999.- № 3.- С. 20-23.
3. Патент України № 24737. F 27 D 1/02. Водоохолоджуване склепіння дугової печі / П.І.Тищенко, З.Г.Ковальова // Бюл. - 1998. - № 6.
4. Тищенко П.И. Разработка новой концепции водоохлаждаемого свода дуговой сталеплавильной печи с системой распределенного газоотсоса с целью снижения потерь энергии и материалов // «Металлургия».- Сб. научн. тр. Донецкого гос. техн. ун-та.- 1999.- № 1.- С.80-85.Тищенко П.И.,Троянский А.А., Тимошенко С.Н., Тищенко А.П.