

А.С. Мных⁽¹⁾, доцент, к.т.н.

В.Д. Сарнацкий⁽²⁾, гл. технолог термического про-ва

О ПОВЫШЕНИИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА НОРМАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОКОРУНДА В УСЛОВИЯХ ОАО «ЗАПОРОЖСКИЙ АБРАЗИВНЫЙ КОМБИНАТ»

⁽¹⁾Запорожская государственная инженерная академия,

⁽²⁾ОАО «Запорожский абразивный комбинат», г. Запорожье

У статті розглядається метод утилізації теплоти рідкого нормального електрокорунду, злитого до виливниці, температура якого становить 2200 °С та теплоти газів корундового виробництва, що відходять, для підігрівання бокситового агломерату. Запропоновано конструкцію підігрівача та схему утилізації теплоти.

В статье рассматривается метод утилизации теплоты жидкого нормального электрокорунда, слитого в изложницу, температура которого составляет 2200 °С, и теплоты отходящих газов корундового производства с целью подогрева бокситового агломерата. Предложена конструкция подогревателя и схема утилизации теплоты.

Постановка проблемы. Процесс производства нормального электрокорунда является одним из самых сложных и энергоемких в электрометаллургии. Данный процесс представляет собой последовательность трех плавок, длительность которых варьируется в пределах от пяти до семи часов, и предусматривает восстановление тугоплавкого бокситового агломерата. В течение плавки расплав разогревается до температуры 2200 °С, на что расходуется до 52 тыс. кВт·ч электроэнергии.

Плавка нормального электрокорунда завершается разливкой готового продукта по изложницам емкостью 20 т, которые затем транспортируют на охлаждение, где расплав остывает за счет естественной конвекции.

Учитывая актуальность использования энергосберегающих мероприятий на промышленных предприятиях Украины, в работе рассматривается вопрос использования теплоты расплава электрокорунда, разлитого в изложницу, а также теплоты отходящих печных газов для подогрева бокситового агломерата.

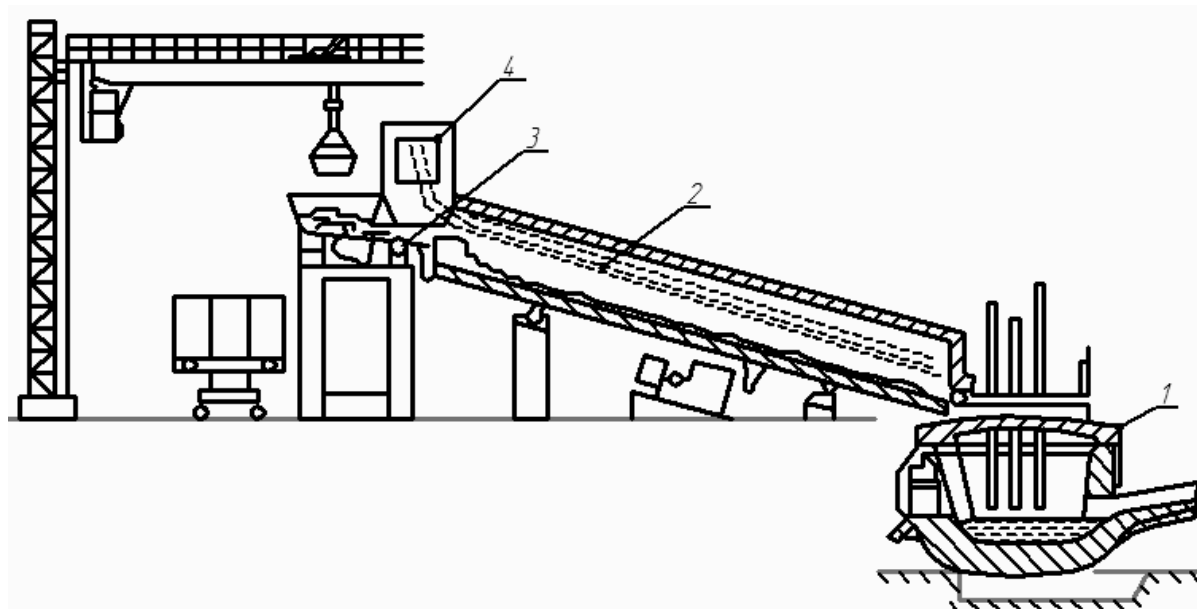
Анализ достижений в данной области. Процесс предварительного подогрева материалов перед загрузкой в печь [1] находит довольно широкое применение в электрометаллургии. Наибольшее распространение данная технология получила в сталеплавильном производстве при подогреве металлолома.

Существующие установки подогрева металлолома используют один из трех источников теплоты: постороннее топливо; газы, отходящие от электропечей; горячие слитки и заготовки.

Установки с использованием теплоты сжигания постороннего топлива вначале предназначались для сушки влажного или покрытого снегом лома. В них осуществляли внешний подогрев с применением газовых или мазутных горелок. В таких устройствах может быть достигнута температура 800...1000 °С. Однако из-за роста цен на топливо такие установки сейчас не изготавливают и развитие данного направления является экономически нецелесообразным.

В первых установках, использующих для подогрева металлолома отходящие печные газы, его подогревали во вращающейся печи при перемещении навстречу горячему потоку газов (рис. 1). Этот способ разработан фирмой «Браун-Бовери»

(Германия) и внедрен на заводе фирмы «Индустриале Пьетро Мариа Черетти» (Италии) в Вилладоссоле. Загрузку и выдачу лома производят непрерывно. Наклон вращающегося барабана – $12,5^\circ$, наружный диаметр барабана – 2,2 м, внутренний диаметр – 1,8 м, частота вращения – 7 мин^{-1} . Установка позволяет экономить до 13% электроэнергии. Недостатком данного способа является использование в садке только измельченного лома из дезинтеграторов.



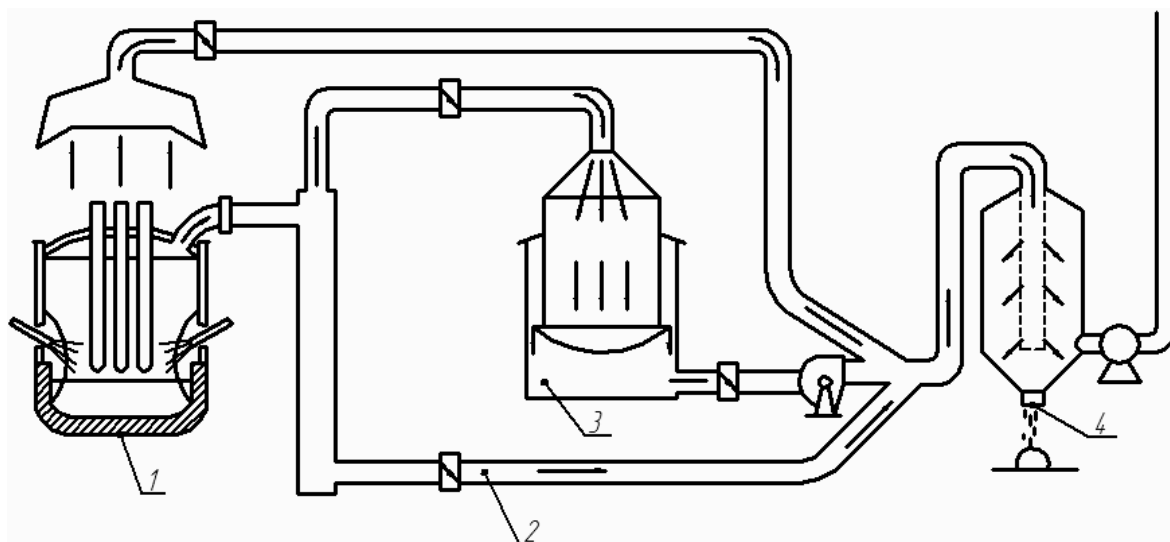
1 - электрод; 2 - печь для подогрева металлолома;
3 - устройство для загрузки металлолома;
4 - дымоотвод

Рисунок 1 – Подогрев лома в наклонной вращающейся печи.

В установках подогрева скрапа печными газами конечная температура нагрева материала определяется температурой самих газов и конструктивными особенностями нагревательного устройства. Использование рассматриваемого мероприятия позволяет подогреть загружаемый материал до температуры 500°C .

Идея подогрева скрапа дымовыми газами была реализована компанией «Ико-са» в Бразилии, схема подогревателя скрапа представлена на рис. 2. Газы удаляются из печи 1 через четвертое отверстие в своде при температуре 1200°C . Дожигание оксида углерода, содержащегося в данных газах, производят путем подсоса воздуха в отверстие газохода 2 и сжигания оксида углерода на участке за этим отверстием. Расход подсосываемого воздуха выбирают так, чтобы температура продуктов сгорания перед входом в подогреватель составляла 800°C . Скрап загружают в садку и подогревают в камере. Дымовые газы в подогревателе скрапа охлаждаются до температуры $200...300^\circ\text{C}$, а скрап нагревается до температуры $350...400^\circ\text{C}$. Отвод дымовых газов осуществляют дымососом, причем перед удалением в атмосферу их очищают в фильтре.

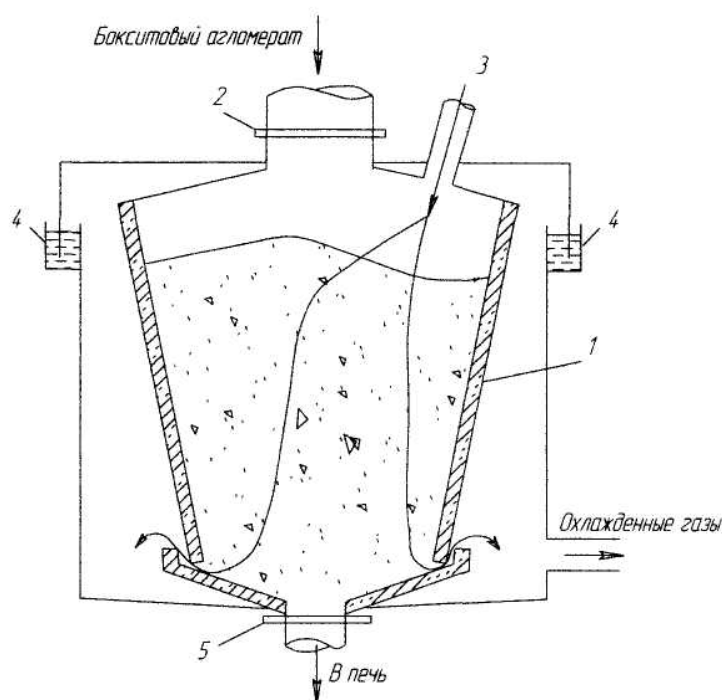
Постановка задачи. Исходя из вышеизложенного, целесообразно использование вышеописанной идеи в технологическом цикле цеха № 2 ОАО «Запорожский абразивный комбинат» для подогрева бокситового агломерата, загружаемого в печь, а также разработка конструкции подогревателя, обеспечивающего использование, как теплоты слитка готового продукта, так и теплоты отходящих печных газов.



1 - печь; 2 - газоход с регулирующим клапаном; 3 - камера для нагрева лома;
4 - тканевый фильтр

Рисунок 2 – Схема подогревателя скрапа системы «Корф-Никко»:

Решение поставленной задачи. Для подогрева агломерата предложена камера нагрева, конструкция которой представлена на рис. 3.



1 - футерованный бункер; 2 - загрузочный клапан; 3 - газоход для подвода горячего дутья;
4 - гидрозатвор; 5 - разгрузочный клапан

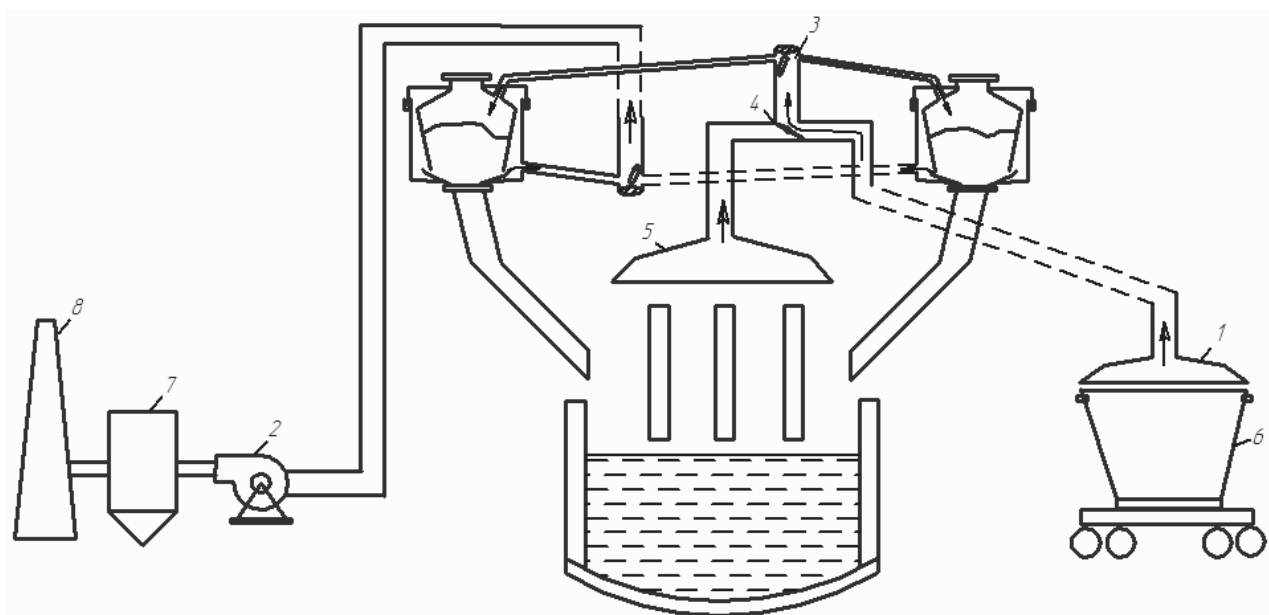
Рисунок 3 – Камера нагрева бокситового агломерата:

Камера представляет собой футерованную емкость (бункер) 1, в верхней части которой расположены клапан 2 для загрузки агломерата и газоход 3 для подвода горячего воздуха. Бункер находится в камере, герметичность которой обеспечивается при помощи гидрозатворов 4. Горячие газы, просачиваясь через слой агломерата, нагревают его и охлажденными покидают бункер через отверстия в его нижней части, здесь же находится разгрузочный клапан 5, при помощи которого выполняют загрузку

ку печи.

Отличительными особенностями предложенной конструкции подогревателя являются обеспечение герметичности, то есть минимума подсосов холодного воздуха извне, и возможности постоянной догрузки (по мере необходимости) холодного агломерата в бункер. В электросталеплавильном производстве непрерывный нагрев материалов достигают использованием наклонных вращающихся печей, которые значительно габаритнее, конструктивно сложнее и не приемлемы для использования в рассматриваемом процессе.

Исходя из того, что процесс производства нормального электрокорунда является циклическим, предлагается использовать схему подогрева бокситового агломерата, представленную на рис. 4.



1, 5 - зонты; 2 - дымосос; 3 - разветвитель; 4 - клапан для выбора источника теплоты; 6 - изложница с расплавом корунда; 7 - газочистка; 8 - дымоход

Рисунок 4 – Схема утилизации теплоты процесса производства нормального электрокорунда:

Предложенная схема характеризуется применением двух источников горячего воздуха, подаваемого с использованием двух зонтов 1 и 5, в каждом из которых установлено средство измерения температуры (термопара).

В начале плавки температура под зонтом 5 значительно ниже температуры под зонтом 1 (из печи выпущен расплав и загружена новой партии агломерата), поэтому в этот период для подогрева бокситового агломерата целесообразно использовать теплоту расплава в изложнице. Как видно из рис. 4, изложницу с расплавом 6, температура которого превышает 2000 °С, не транспортируют на охлаждение, а устанавливают под зонт 1. Дымосос 2 осуществляет нагнетание горячего воздуха, температура которого превышает 1000 °С, из-под зонта 1 через разветвители 3 в подогреватели агломерата.

Во второй половине плавки, когда ванна печи достигает высокой температуры, а расплав в изложнице достаточно остывает, производят анализ показаний указанных термопар. В момент, когда уровень температуры под зонтом 5 будет выше, чем под зонтом 1, при помощи устройства перекидки клапанов 4 осуществляют переключение системы на подачу отходящих печных газов. На практике считается необходимым

проанализировать целесообразность параллельного (одновременного) использования двух источников теплоты в процессе плавки.

Заключение. Для технологического процесса производства нормального электрокорунда разработана схема подогрева бокситового агломерата, основанная на утилизации теплоты слитков готового продукта и теплоты отходящих газов, а также использовании предложенного подогревателя агломерата. Установлена целесообразность применения данного подогревателя в совокупности с использованием схемы утилизации теплоты двух ее источников. Эффект от использования указанного мероприятия может достигать 2,3 млн. грн./год на одной печи РКО-10,5, исходя из тарифа на электроэнергию, отпускаемую ОАО «Запорожский абразивный комбинат» [0,3205 грн./тыс. кВт·ч (данные на 11.2008 г.)] и условии минимального нагрева бокситового агломерата до температуры 350 °С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энергосберегающая технология на предприятиях черной и цветной металлургии / А. П. Егоричев, Я. Н. Рудницкий, А. И. Толочко, О. В. Филиппев. – Харьков: Вища школа. Изд-во при ХГУ, 1986. – 144 с.
2. Полубелова А. С. Производство абразивных материалов / А. С. Полубелова. – Л.: Машиностроение, 1968. – 178 с.

Стаття надійшла до редакції 28.09.2009 р.
Рецензент, проф. М.Ю. Пазюк