

Сравнение различных способов предварительного подогрева металлошихты

Студент гр. 10404129 Тихончук Д.Г.
Научный руководитель – Ровин С.Л.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Наиболее эффективным средством сокращения удельных затрат электроэнергии на плавку черных и цветных сплавов в традиционных дуговых и индукционных печах литейных цехов, повышения качества металла, улучшения экологических характеристик и безопасности процесса, повышения срока службы футеровки, снижения себестоимости жидкого металла является высокотемпературный подогрев металлошихты перед завалкой в печь [1]. Очевидно, что чем выше температура металлошихты, тем меньше затраты энергии в печи на ее нагрев и расплавление. Причем экономический эффект зависит не только от КПД установки подогрева шихты, но и от стоимости энергии, которая используется на подогрев, по сравнению со стоимостью электроэнергии.

Наиболее эффективным способом нагрева слоя кусковых материалов является его продувка горячими газами: так КПД нагрева таких материалов в шахтной печи достигает 70-80%, в то время как в стационарной отражательной печи он не превышает 7-12%, во вращающихся трубчатых и дуговых печах – 25-35%, в индукционных – 30-40% (в зависимости от размеров кусков и плотности их укладки).

В развитии техники предварительного подогрева шихты можно выделить следующие основные способы [2]:

- в загрузочных корзинах (бадьях);
- на конвейере, подающем шихту в плавильный агрегат;
- в печах проходного типа (например, во вращающихся трубчатых печах или наклонных печах);
- подогрев шихты в шахтах, установленных непосредственно над сводом печи или прилегающих к корпусу печи сбоку;
- нагрев шихты в самой печи (двухванные печи).

Нагрев шихты непосредственно в рабочем пространстве печи может быть осуществлен путем установки горелок в стенах, своде печи и введении их через рабочее окно. Однако такой способ обеспечивает КПД нагрева не более 10 %, т.к. высокотемпературные газы не могут проникнуть в слой шихты на глубину более 250-300 мм. Передача тепла нижележащим слоям осуществляется за счет теплопроводности и имеет существенно меньшую интенсивность.

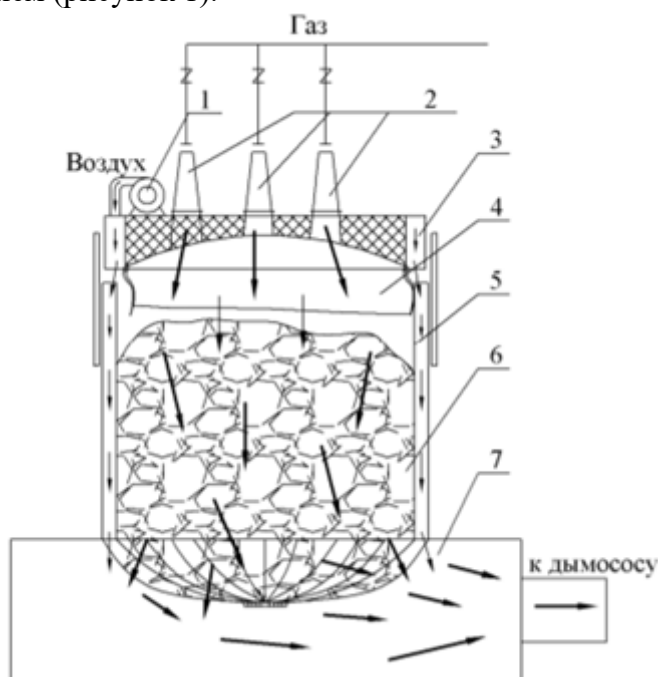
Подогрев шихты на пластинчатых конвейерах осуществляется за счёт движения над шихтой горячих печных газов, либо продуктов сжигания природного газа, в горелках, установленных над конвейером. В процессе подачи в печь может осуществляться и индукционный нагрев шихты: чаще всего такой способ нагрева осуществляется в наклонных печах. Недостатками подогрева шихты на конвейере являются низкий КПД (до 12-17%) и значительное окисление поверхности шихты.

Недостатками шахтных установок являются быстрый выход из строя футеровки печей от ударов шихты при загрузке и разгрузке, сложность конструкции загрузочных и разгрузочных устройств, низкая производительность подогрева за счет потерь времени на загрузку и разгрузку и потерь тепла печи при загрузке, невозможность использования установки без специальных механизмов загрузки и разгрузки, а также высокая стоимость таких установок [3].

Альтернативой, является подогрев шихты в завалочных бадьях. Этот способ может быть реализован как за счет тепла отходящих газов (работа таких установок должна быть синхронизирована с работой плавильных печей), так и за счет использования природного газа

(автономные установки подогрева шихты). Однако нагрев в завалочных бадьях имеет помимо очевидных плюсов – высокий КПД, компактность и небольшие инвестиционные затраты, ещё и существенный недостаток: нагрев шихты приводит к перегреву корпуса бадьи, что недопустимо, учитывая, что бадья является грузонесущим оборудованием.

Этот недостаток можно исключить путём оптимизации конструкции традиционных завалочных бадей – установки в бадью вставки, которая формирует воздушный зазор между шихтой и корпусом бадьи. Благодаря этой вставке тепловой поток вдоль стен корпуса бадьи блокируется, а воздушный зазор позволяет обеспечить хорошую теплоизоляцию. Кроме того, вставка является экраном, который дает многократное (в 4-5 раз) снижение передачи тепла к стенкам бадьи излучением (рисунок 1).



- 1 – продувочный вентилятор; 2 – горелки; 3 – коллектор обдува; 4 – огнестойкая завеса;
5 – вставка; 6 – нагреваемая шихта; 7 – корпус

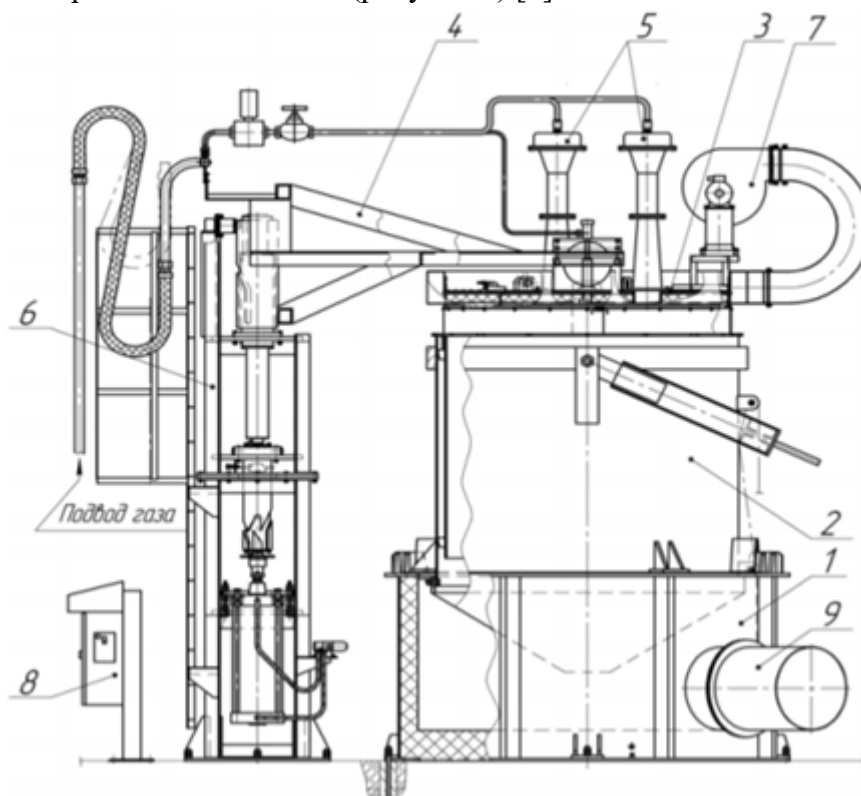
Рисунок 1 – Схема работы «бадьи-термоса»

Благодаря такой модернизации обычные завалочные бадьи фактически превращаются в «бадью-термос», конструкция которой, с одной стороны, препятствует перегреву несущего корпуса, с другой – после окончания процесса нагрева, препятствует быстрому охлаждению шихты.

В промышленной установке, использующей «бадью-термосы», достигнут термический КПД около 80 % в среднем за цикл нагрева. В начальный период КПД равен 90-95 % и по мере прогрева слоя шихты снижается до 60-70 % за счет уменьшения температурного напора. Это обстоятельство проявляется в постепенном росте температуры отходящих газов – от 50-60 °С – в начале процесса, до 300-350 °С – в конце [1].

По данным предприятий, внедривших эти установки, подогрев шихты обеспечивает сокращение удельных затрат электроэнергии на 150-160 кВт·ч на тонну расплава при расходе природного газа 13-14 м³ на тонну шихты или снижение стоимости жидкого металла на 10\$ за 1 т. При годовом производстве отливок 10000 т и выходе годного на уровне 55-60%, экономия на энергозатратах составляет около 150 тыс.\$, что примерно в 5 раз превышает стоимость такой установки подогрева шихты.

Такие преимущества, как компактность, высокий КПД, простота обслуживания и низкая стоимость установок высокотемпературного подогрева металлошихты в завалочных бадах специальной конструкции, делает эти установки одним из лучших решений задачи предварительного подогрева металлошихты (рисунок 2) [4].



1 – схема сжигания газа; 2 – свод; 3 – загрузочная бадья (корзина); 4 – основание; 5 – траверса
6 – футерованные стенки; 7 – система газоотвода
Рисунок 2 – Схема установки ВПШ с «бадией-термосом»

Список использованных источников

1. Высокотемпературный подогрев шихты в загрузочных бадах / Л.Е. Ровин, С.Л. Ровин // Вестник ГГТУ им. П.О. Сухого. – 2014. – № 1. – С.29–38.
2. Предварительный подогрев шихты. Установки, преимущества плавки на горячей шихте, на подогретой шихте [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/9540818/page:12/> Дата доступа: 16.04.2021
3. Установка для подогрева шихты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://patenton.ru/patent/SU1117440A1> Режим доступа: 16.04.2021.
4. Ресурсосберегающие технологии в литейном и металлургическом производствах Ровин С. Л., Ровин Л. Е. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://belisa.org.by/pdf/Publ/R12.pdf> Дата доступа: 16.04.2021