

Угар стали до $0,01 \text{ г/см}^2$ при высокотемпературном нагреве можно считать безокислительным [2].

Как видно из данных, приведенных в таблице, значения окалины на образцах №1 и №3, охлажденных без доступа кислорода в воде, более чем соответствуют заданным требованиям безокислительного нагрева. Количество окалины на образцах № 2 и №4, охлажденных на воздухе, также соответствует безокислительному нагреву.

По результатам, полученным в ходе эксперимента, можно сделать вывод, что в данной печи вблизи заготовки образуется безокислительная атмосфера, что позволяет защитить металл от окисления.

Список использованных источников

1. Курносов В. В., Шульц Л. А. Камерная рекуперативная печь с аэродинамическим разделением рабочего пространства для безокислительного высокотемпературного нагрева стали в кузнечно-штамповочном производстве // Известия вузов. Черная металлургия. 2012. № 3. С. 35–39.

2. Курносов В. В., Шульц Л. А. Безокислительный нагрев стали в камерных печах кузнечно-штамповочного производства // Известия вузов. Черная металлургия. 2012. № 1. С. 9–13.

3. Гехтман С. Д. Способы определения угара металла в нагревательных колодцах и методических печах. – М.: Черметинформация, 1968.

4. Бербенев В. И. Сжигание газа в печах безокислительного и малоокислительного нагрева, – Л.: Недра, 1988. – 175 с.

УДК 669.042

Е. О. Васькова, В. И. Матюхин, О. В. Матюхин

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»,

Институт материаловедения и металлургии,

кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии», г. Екатеринбург, Россия

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НА ВЕЛЬЦ-ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Аннотация

Для снижения пылевыноса из рабочего пространства вельц-печи и улучшения тепловой работы котла-утилизатора предложено использовать энергию акустического поля, формируемого непосредственно на местах наибольшего скопления пылевых частиц. Показано, что в этом случае наблюдается увеличение выхода оборотной пыли на 8,74 % за счет интенсификации процесса внутриагрегатной коагуляции, выхода вельокиси на 2,99 % за счет снижения гидравлического сопротивления пылевой камеры и котла и увеличения действи-

тельной скорости движения газов, снижение температуры отходящих газов на выходе из экономайзера на 20 градусов или 6,97 %, повышение общего давления пара в баке-сепараторе на 19,7 %, увеличение производительности котла-утилизатора на 23,19 % за счет интенсификации теплообменных процессов на его теплообменных поверхностях.

Ключевые слова: вельц-печь, пылевая камера, котел-утилизатор, акустический излучатель, пылевынос, производительность.

Abstract

To reduce dust from the workspace of the waelz kiln and to improve thermal performance of the recovery boiler it is proposed to use the energy of the acoustic field generated directly on the places of most crowded the dust particles. It is shown that in this case, a increase of circulating dust by 8.74 % occurs due to the process intensification intra-aggregate coagulation, output of waelz-oxide by 2.99 % by reducing the hydraulic resistance in the dust chamber and the boiler and to increase the actual speed of movement of gases , reducing of exhaust gas temperature at the outlet of the economizer by 20 °C or 6.97 %, and increases the total pressure in the vapor separator tank by 19.7 % , increase waste heat boiler performance by 23.19 % due to the intensification of heat exchange processes at its heat-transfer surfaces.

Работа вельц-печей характеризуется не только высокой температурой отходящих газов, но и большим выходом пыли.

Существующая в настоящее время система дожига и утилизации тепла отработанных газов вельц-печи №5 ОАО «ЧЦЗ» предусматривает наличие осадительной камеры, испарительных поверхностей котла-утилизатора и рукавного фильтра. Условия эксплуатации таких агрегатов существенно затруднены значительными температурами и повышенной запыленностью. Показатели работы газоотводящего тракта приведены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели работы газоотводящего тракта

Место измерения	Температура, °C	Запыленность отходящих газов в обычном режиме, г/м ³
На выходе из печи	720	185/184
После осадительной камеры	673	111/74
В переходном газоходе	570	88,8/22,2
На конвективной части	340	71,04/17,76
После экономайзера	235	49,73/21,31
Перед дымососом	145	0,50/48,93

Для очистки теплообменных поверхностей от пыли и улучшения условий окисления твердого летучего продукта предлагается использовать энергию акустического поля, формируемого непосредственно на теплообменных поверхностях котла-утилизатора и в районе осадительной камеры.

Рассматривая изменение запыленности отходящих газов, следует отметить, что наибольшее ее изменение происходит в осадительной камере (на 74 г/м³), на радиационной

части котла (на $22,2 \text{ г/м}^3$), в экономайзере (на $21,31 \text{ г/м}^3$), в конвективной части котла (на $17,76 \text{ г/м}^3$), на электрофилтре (на $48,93 \text{ г/м}^3$).

Формирование акустического поля в слое предлагается осуществлять при помощи акустического излучателя с применением волноводов различной конструкции.

Акустический излучатель представляет собой разновидность газодинамического свистка Гартмана (рис. 1). Он состоит из сопла, резонатора и фокусирующей плоскости.

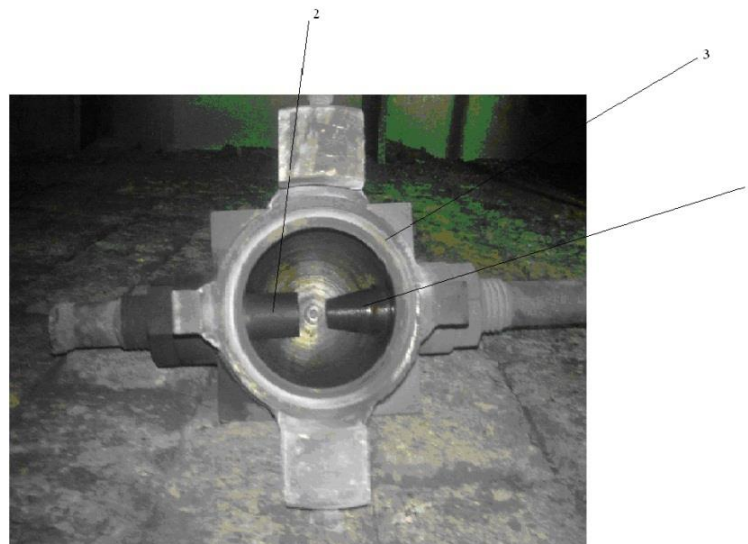


Рис. 1. Акустический излучатель: 1 – сопло; 2 – резонатор; 3 – фокусирующая плоскость

Установка этого устройства производится за пределами рабочего пространства, что облегчает его монтаж и обслуживание, а также снижает требования к материалам, из которых он изготавливается (рис. 2). Использование же акустического поля непосредственно в слое делают его безопасным для обслуживающего персонала.

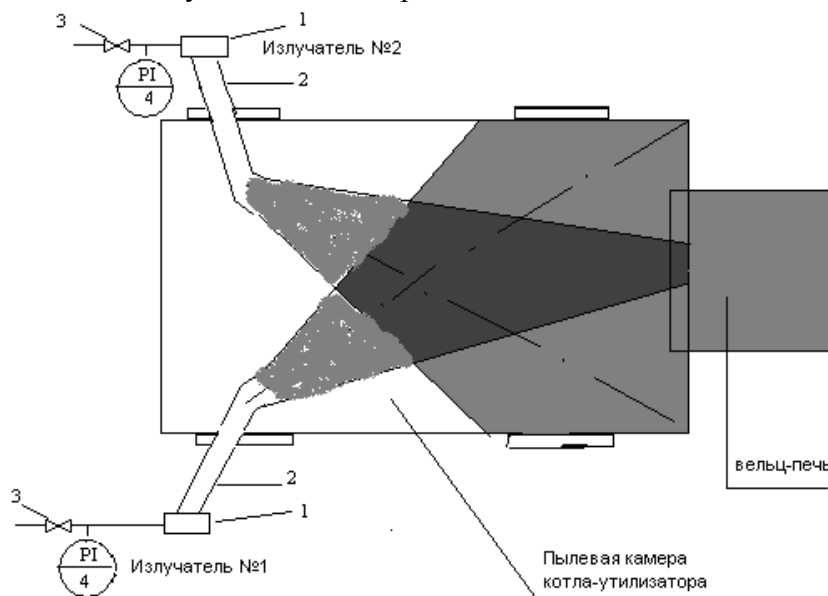


Рис. 2. Установки акустических излучателей в пылевой камере котла-утилизатора вельц-печи: 1 – излучатель; 2 – волновод; 3 – регулировочный кран; 4 – матенометр

Формирование акустического поля осуществляют непосредственно в слое при помощи волноводов, изготавливаемых из стальной трубы диаметром 134 мм, один конец которой заво-

дится непосредственно в выбранное место установки. Другой конец трубы располагают за пределами рабочего пространства в месте, удобном для монтажа и обслуживания. На него монтируют акустический излучатель.

Установка акустических излучателей на осадительной камере производится через технологические отверстия установки дополнительных горелок (рис. 2). Для обеспечения равномерности воздействия акустического поля на газовый поток количество излучателей должно составить 2 шт. (по одному на каждый горелочный люк).

Место установки акустических излучателей для действия на конвективные поверхности котла-утилизатора было выбрано из условий обеспечения наиболее полного воздействия на движущийся газовый поток и теплообменные поверхности. Для этого предлагается использовать имеющиеся на котле смотровые лючки, расположенные на боковой поверхности корпуса на площадке переходного канала. По их центру вводим металлический волновод диаметром 134 мм с ориентацией в сторону теплообменных поверхностей навстречу газам. Волноводы устанавливали с возможностью перекрытия акустическим полем (см. рис. 3) всего сечения газового канала конвективной части. На каждый излучатель обеспечивали подачу компрессорного воздуха давлением до 4 атм.

Экспериментальные исследования, проводимые на вельц-печи №5 ОАО «ЧЦЗ», показали, что наилучшие ее показатели достигаются в режиме работы акустических излучателей при давлении компрессорного воздуха 5 атм.

Поскольку конечные показатели работы печи и характеристики газоотводящего тракта в существенной мере зависят от шихтовой нагрузки и ее теплового режима, то для обобщения экспериментальных данных были использованы параметры, приходящиеся на 1 т шихты и 100 градусов температуры отходящих газов на входе в пылевую камеру. Это было необходимо, чтобы привести параметры отходящих газов к единым условиям.

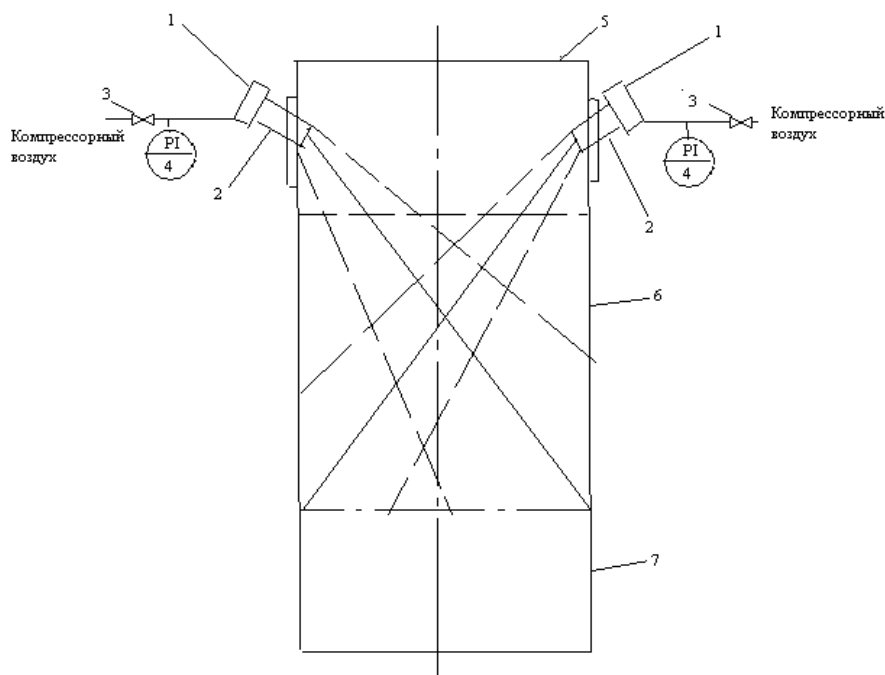


Рис. 3. Установка акустических излучателей в конвективной части котла-утилизатора: 1 – излучатель; 2 – волновод; 3 – регулировочный кран; 4 – манометр; 5 – переходной канал котла; 6 – конвективная часть котла; 7 – пылевая камера конвективной части котла

Результаты промышленных испытаний использования энергии акустического поля на работу пылевой камеры показали, что увеличение уровня давления компрессорного воздуха на излучателе и уровня звуковой мощности приводит к возрастанию выхода оборотной пыли с 1,33 до 1,62 (100 т/100 т·К), т. е. на 21,8 % на печь и выхода вельц-окси с 2,46 до 2,68 (100 т/100 т·К), т.е. на 8,9 %. Такой характер изменения этих показателей связан, по-видимому, с процессами коагуляции оборотной пыли, снижением гидравлического сопротивления пылевой камеры, сокращением гидравлических потерь при движении запыленных газов через систему газоочистки, повышением скорости фильтрации газовой среды и увеличением количества возгонов, поступающих на рукавный фильтр.

Таблица 2

Относительные показатели работы осадительной камеры

Давление ком- прессорного воз- духа, атм.	Расход шихты, т/смену	Температура на входе в пылевую камеру, °С	Расход оборот- ной пыли, 100 т / 100т·К	Выход вельц- окси, 100 т / 100т·К
0	146,46	689	1,33	2,46
3	155,9	675	1,39	2,04
4	151,19	653	1,59	2,66
5	150,33	669	1,62	2,68

Полученные данные (табл. 2) показывают, что при прочих равных условиях использование энергии акустического поля в целом на печи позволяет увеличить выход оборотной пыли на 8,74 % за счет интенсификации процесса внутриагрегатной коагуляции, выход вельцоокси на 2,99 % за счет снижения гидравлического сопротивления пылевой камеры и котла и увеличения действительной скорости движения газов, понизить температуру отходящих газов на выходе из экономайзера на 20 градусов или 6,97 %, повысить общее давление пара в баке-сепараторе на 19,7 %, увеличить производительность котла-утилизатора на 23,19 % за счет интенсификации теплообменных процессов на его теплообменных поверхностях.

Таблица 3

Усредненные относительные показатели работы вельцпечи

Режим испы- таний	Выход оборот- ной пыли, 100·т / 100 т·К	Выход вель- цоокси, 100·т / 100 т·К	Температура газов на выхо- де из эконо- майзера, 100·°С / 100 т·К	Давление пара в баке- сепараторе, 100·Па / 100 т·К	Производи- тельность котла, 100·т / 100 т·К
Без акустики	2,06	2,68	287	807	8,28
С акустикой	2,24	2,76	267	966	10,20
Относит. из- менение, %	8,74	2,99	6,97	19,70	23,19

Следует также отметить, что приведенные данные являются предварительными, так как количество установленных излучателей не соответствовало расчетному. Следует ожидать при установке 4 излучателей дальнейшего улучшения показателей работы вельцпечи.