

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА В СЕКЦИОННОМ АППАРАТЕ КИПЯЩЕГО СЛОЯ

Аннотация

Проведены экспериментальные исследования движения материала в секционном аппарате кипящего слоя. Лабораторная установка включала в себя три последовательные секции размером 100×150×300 мм каждая. Для организации движения материала между секциями использовались переливные патрубки. Определены режимы устойчивого схода материала и выявлены принципиальные недостатки конструкции.

Ключевые слова: кипящий слой, секционный аппарат, движение материала, переливные патрубки, устойчивость работы.

Abstract

Studied the movement of material in the sectional fluidized bed unit. Laboratory-scale plant included three sequential sections 100×150×300mm size each. For organizing the movement of material between sections used overflow pipes. Defined sustainable modes of gathering material and identified the fundamental design flaws.

Keywords: fluidized bed, sectional unit, material movement, overflow pipes, sustainability work.

В тепловом балансе электротермических печей кипящего слоя для переработки углеродных материалов до 90 % теплоты теряется с готовым продуктом [1]. Выполненные расчетно-теоретические исследования тепловой работы таких агрегатов совместно с секционными утилизаторами теплоты (контактными теплообменниками кипящего слоя) для нагрева исходного сырья показали, что потенциал экономии энергии составляет в пределах 20–50 % [2–4].

Основной проблемой секционных теплообменников является сложность обеспечения устойчивой подачи и регулирования расхода материала в каждой из секций аппарата. Это связано с изменением температуры как самого материала, так и промежуточного теплоносителя в виде азота. Поэтому целью данной работы явилось экспериментальное исследование эффективности одной из наиболее простых схем организации движения материала в секционном утилизаторе теплоты на основе переливных патрубков [2–4].

Экспериментальная установка представляла собой «холодную» физическую модель трехсекционного утилизатора (рис. 1). Корпус утилизатора 1 состоял из трех последовательных секций размером 100×150×300мм каждая, выполненных из оргстекла. Равномерное распределение газа обеспечивали перфорированные решетки 2 с диаметром отверстий 2 мм в количестве 477 шт. Для регулирования подачи материала в установку использовали инжектор материала 4. Роль переливных патрубков выполняли каналы прямоугольного сечения 8.

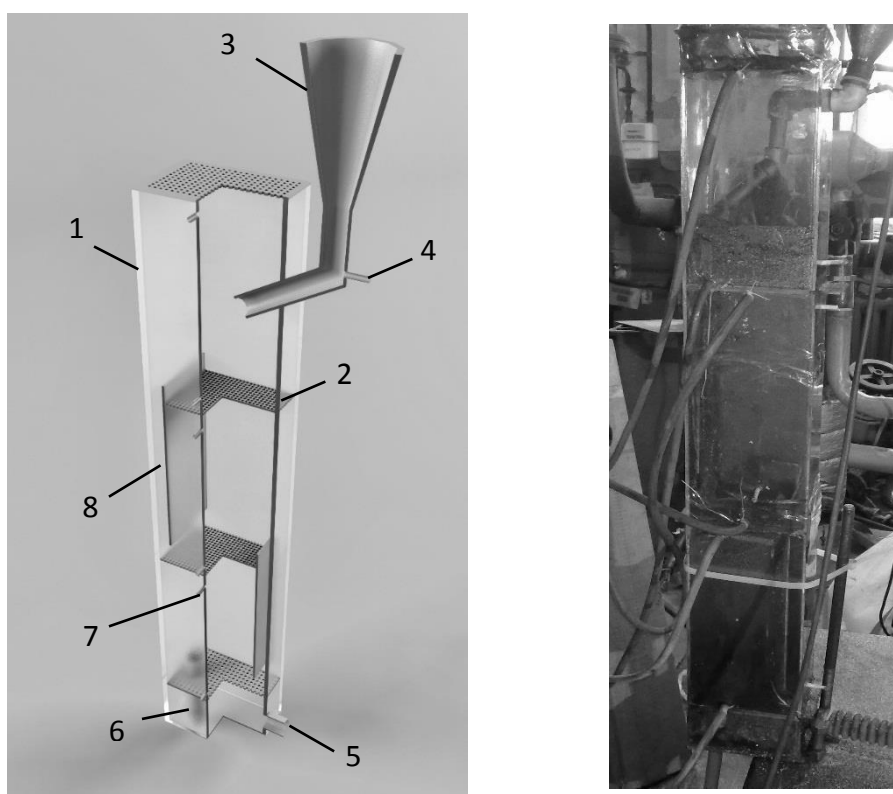


Рис. 1. «Холодная» физическая модель трехсекционного утилизатора теплоты:
а – 3D-визуализация; *б* – внешний вид;

1 – корпус; 2 – воздухораспределительная решетка; 3 – бункер подачи материала; 4 – инжектор материала; 5 – патрубок для подвода воздуха; 6 – патрубок для выхода материала; 7 – отверстия для подключения манометров; 8 – каналы для перехода материала в нижнюю секцию

В эксперименте материал из бункера 3 инжектором 4 подавался в верхнюю камеру теплообменника. Воздух от воздуходувки поступал в нижнюю часть аппарата через патрубок 5. Расход воздуха на инжектор 4 и в установку 1 измерялся поплавковыми ротаметрами. Материал под действием восходящего газового потока в виде псевдооживленной среды последовательно проходил сверху вниз все три секции и после выпускного патрубка 6 собирался в мерной емкости. В ходе эксперимента фиксировались следующие параметры: расход воздуха в установку $V_{уст}$, расход воздуха в инжектор $V_{инж}$, расход материала на входе G_1 и выходе G_2 из установки за период эксперимента τ , уровень материала в каждой секции до и после эксперимента Δh , давление газа в каждой секции ΔP .

Результаты проведенных исследований представлены в таблице.

Согласно полученным данным (см. таблицу) схема аппарата с переливными патрубками 8 имеет ряд существенных недостатков. Установка имеет ограниченный диапазон устойчивой работы – режимы № 4–6 (см. таблицу). В остальных режимах движение материала было нестабильным и прерывалось. В результате переливные патрубки «захлебывались» (режимы 7–8) или же материал накапливался в верхней секции (режимы № 1–3).

Результаты экспериментов по движению материала на холодной модели

№ пп	$V_{уст.},$ $м^3/ч$	$V_{инж}$ $м^3/ч$	Уровень неподвижного матери- ала в секции Δh , мм						Давление в каме- ре ΔP , Па			G_1 , г	G_2 , г	τ , мин
			До экспери- мента			После экспери- мента								
			верх	центр	низ	верх	центр	низ	верх	центр	низ			
1	2	0,3	40	30	65	120	27	60	294	147	196	700	92	5
2	4	0,3	120	27	66	130	27	55	755	343	549	300	170	6
3	10	0	130	27	55	20	35	65	—	—	—	0	950	2,5
4	6	0,3	20	35	65	45	40	60	98	147	313	2750	2550	20
5	6	0,6	45	40	60	40	35	55	98	147	333	2960	2960	20
6	6	0,9	40	35	55	45	40	65	117	176	392	3000	2800	20
7	8	0,3	110	20	55	30	30	50	196	264	411	3050	2150	20
8	8	0,6	30	30	50	35	32	55	98	196	392	2400	2550	20
9	8	0,9	35	32	55	35	30	55	98	196	392	2200	2200	20

Для равномерного схода изначально требовалось обеспечить заполнение переливных патрубков материалом. В противном случае, основной поток газа устремлялся в обход распределительных решеток 2. Уменьшение проходного сечения переливных патрубков не решало проблему, а напротив, создавало дополнительное сопротивление движению материала и сужало диапазон устойчивых режимов.

Выявленные проблемы не позволяют рекомендовать подобную схему движения материала в высокотемпературных утилизаторах с переменной температурой теплоносителей. Для их устранения необходимо активно воздействовать на подачу материала в каждую из секций, например за счет установки дополнительных инжекторов. В дальнейших исследованиях предполагается усовершенствование конструкции установки для осуществления контролируемого процесса схода материала.

Список использованных источников

1. Губинский М. В., Федоров С. С., Ливитан Н. В., Барсуков И. В., Гогоци А. Г., Бродниковский Н. П. Печи для производства высокочистых углеродных материалов // Сборник докладов международной научно–практической конференции «Теория и практика тепловых процессов в металлургии» (18–21 сентября 2012 г.). Екатеринбург: УрФУ, 2012. – С. 79–83.
2. Дерман В. С., Федоров С. С., Дворецкий Д. С., Толстопят О. А. Повышение эффективности работы высокотемпературных печей на основе рекуперации тепла готового продукта // Сборник докладов II Всероссийской научно-практической конференции «Теплотех-

ника и информатика в образовании, науке и производстве» (28–29 марта 2013 г.). Екатеринбург УрФУ, 2013. – С. 44–46.

3. Федоров С. С. Анализ эффективности применения высокотемпературных секционных утилизаторов теплоты с кипящим слоем. Постановка задачи. Часть I // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – № 3. – С. 125–128.

4. Федоров С. С. Анализ эффективности применения высокотемпературных секционных утилизаторов теплоты с кипящим слоем. Результаты исследований. Часть II // Metallургическая и горнорудная промышленность. – 2013. – № 4. – С. 107–109.

УДК 669.045

Ю. М. Доронина, С. Н. Форись

«Национальная металлургическая академия Украины», г. Днепропетровск, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЧУГУНОВОЗНОГО КОВША

Аннотация

Способ транспортировки чугуновозных ковшей открытыми приводит к тепловым потерям как полных ковшей с расплавом, так и пустых, что влияет на снижение температуры чугуна. Была поставлена задача, которая заключается в усовершенствовании способа транспортировки чугуновозных ковшей, путем использования теплоизоляционной крышки. Применение теплоизоляционной крышки позволяет существенно снизить потери тепла в окружающую среду, это приводит к повышению температуры чугуна в сталеплавильном цехе и улучшение его технико-экономических показателей.

На математической модели было исследовано влияние наличия теплового экрана. Данная задача применялась как для полного ковша с жидким чугуном, так и пустого.

Ключевые слова: чугуновозный ковш; тепловой экран; нестационарный теплообмен; тепловое излучение, тепловые потери.

Abstract

Method of transportation open iron ladle leads to heat loss as a full ladle and empty, which affects the temperature decrease of iron. Was a task which is to improve the mode of transportation ladle, by using heat insulation cover. Application of heat insulation cover can significantly reduce heat loss to the environment, it increase the temperature of iron in the steel plant and improve its technical and economic indicators.

On the mathematical model investigated the effect of the availability the heat screen. This task used both for full ladle melt and empty.

Keywords: iron ladle; heat screen; nonstationary heat exchange; thermal radiation; heat loss.

Данная работа заключалась в исследовании процесса теплообмена при транспортировке чугуновозного ковша. Ковш с жидким чугуном транспортируется по железнодорожным