

3. Аксенов В.И., Аксенов В.И., Аникин Ю.В., Никулин В.А., Павлова Т.Г. Проблемы утилизации окалиномаслосодержащих осадков на предприятиях черной металлургии // Экологические проблемы промышленных регионов. – Екатеринбург, 2001. – С. 35.

4. Пуско-наладочные работы на установке для огневого обезвреживания замасленной стружки чугуна для ООО «Спецсплав-М». Технический отчет. – Екатеринбург: ООО НПФ Горелочный центр», 2009.

5. Подковыркин Е.Г. Разработка научных основ и агрегата для получения железосодержащего металлургического сырья из техногенных отходов: дисс. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Екатеринбург: ОАО «ВНИИМТ», 2011. – 178 с.

УДК 669.33

А. А. Гинкель, Г. В. Воронов, С. А. Проданов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н.Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

АНАЛИЗ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ПЕЧИ ВАНЮКОВА

Аннотация

С использованием пакета прикладных программ Flow Simulation в среде SolidWorks выполнено численное моделирование потоков в рабочем пространстве печи Ванюкова. Произведен анализ потоков в проектном и действительном режимах. Обоснован выбор действительного режима и показаны его преимущества.

Ключевые слова: печь Ванюкова, штейн, аэродинамика, SolidWorks, Flow Simulation, сифон, стенка, кессон, кислород, шлак, шихта.

Abstract

Using the FlowSimulation software package in the Solid Works environment, numerical simulation of flows in the working space of the Vanyukov furnace has been performed. Flow analysis is performed in the design and actual modes. The choice of the actual regime is justified and its advantages are shown.

Keywords: Vanyukov furnace, matte, aerodynamics, SolidWorks, FlowSimulation, Siphon, wall, caisson, oxygen, slag, charge.

Схема печи Ванюкова представлена на рис. 1.

Характеристика печи. На печи установлено 46 фурм по 23 на сторону. Расход КВС на одну фурму 875 м³/ч (0,243 м³/с или 0,349 кг/с). Суммарный расход КВС на ПВ: 11,178 м³/с. Состав КВС: 88 % об. – кислород, 12 % об. – воздух. Плотность КВС при нормальных условиях (0 °С; 101325 Па): 1,413 кг/м³. Массовый расход шихты: 26,667 кг/с. Суммарная масса поступающих элементов в печь: 34,313 кг/с. Расчетная условная плотность среды (дымовые газы, шлак, капли штейна, и т.п.), находящейся в надфурменной зоне при температуре плавки 1250 °С, равна 0,489 кг/м³ и плотность КВС при принятых условиях 0,253 кг/м³.

Теоретические и экспериментальные исследования. Для работы была построена модель рабочего пространства печи Ванюкова в двух вариантах, единственное отличие между ними в том, что в действительном режиме отключены 6 фурм нижнего ряда под аптейком.

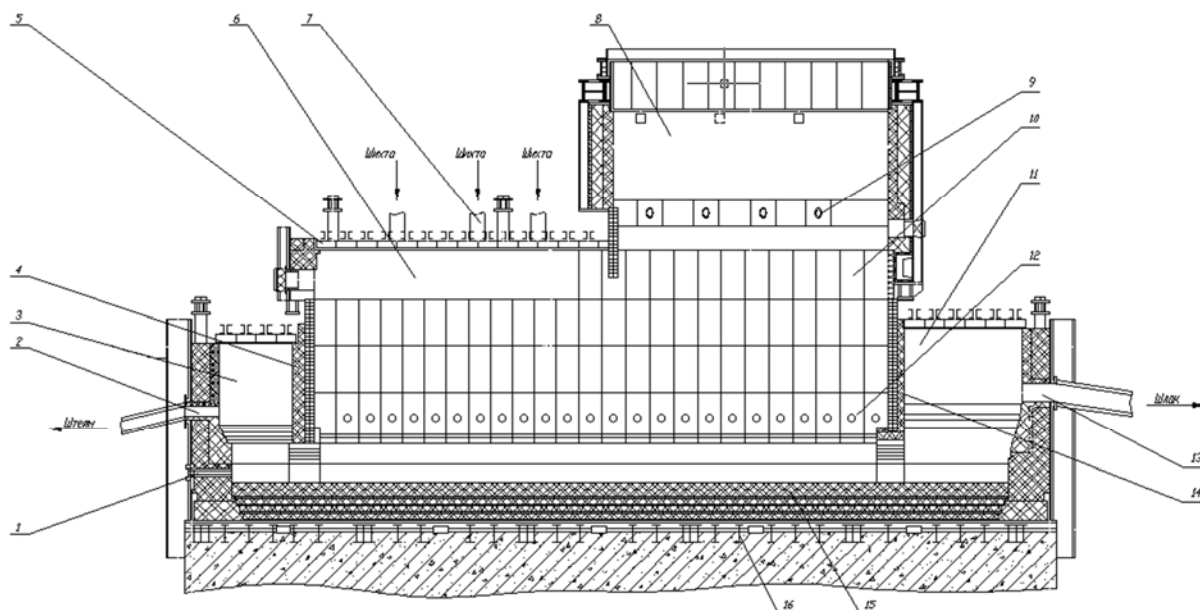


Рис. 1. Схема печи Ванюкова:

- 1 – шпуровое отверстие для аварийного выпуска штейна; 2 – штейновые щелевидные окна;
- 3 – сифон для выдачи штейна; 4 –разделительная стенка штейнового сифона;
- 5 – сводовые кессоны; 6 – рабочее пространство печи; 7 – загрузочное отверстие;
- 8 – аптейк; 9 – подача КВС на дожигание; 10 – водоохлаждаемые стеновые кессоны;
- 11 – шлаковый сифон; 12 – фурмы для подачи КВС; 13 – шлаковый желоб;
- 14 – разделительная стенка шлакового сифона; 15 – под печи;
- 16 – металлоконструкции пода

В результате расчетов были получены поля скорости и плотности газового потока в печи для следующих граничных условий:

1. Массовый расход КВС на входе каждой фурмы – 0,349 кг/с.
2. Общий расход КВС в рабочее пространство:
 - проектный режим – $0,349 \cdot 38 = 13,268$ кг/с;
 - эксплуатационный режим – $0,349 \cdot 24 = 8,376$ кг/с.
3. Давление окружающей среды – 101325 Па.
4. Разряжение у аптейка – 50 Па [1].

Выводы:

1. Сформулированы граничные условия для решения поставленной задачи, соответствующие действительным.

2. Создана модель рабочего пространства печи Ванюкова.

3. Использована программа SolidWorks Flow Simulation.

4. Переход режима работы печи с проектного (36 фурм) на действительный (26 фурм) понижает скорость газовых потоков на входе в аптейк. При таких условиях вынос пыли из рабочего пространства снижается.

5. Плотность дымовых газов в зоне аптейка возрастает. Это свидетельствует, во-первых, о том, что концентрация SO_2 в дымовых газах повышается ($\rho_{SO_2} = 2,93$ кг/м³) и, во-вторых, свидетельствует о степени завершенности массообмена процессов в надфурменной зоне (косвенный показатель).

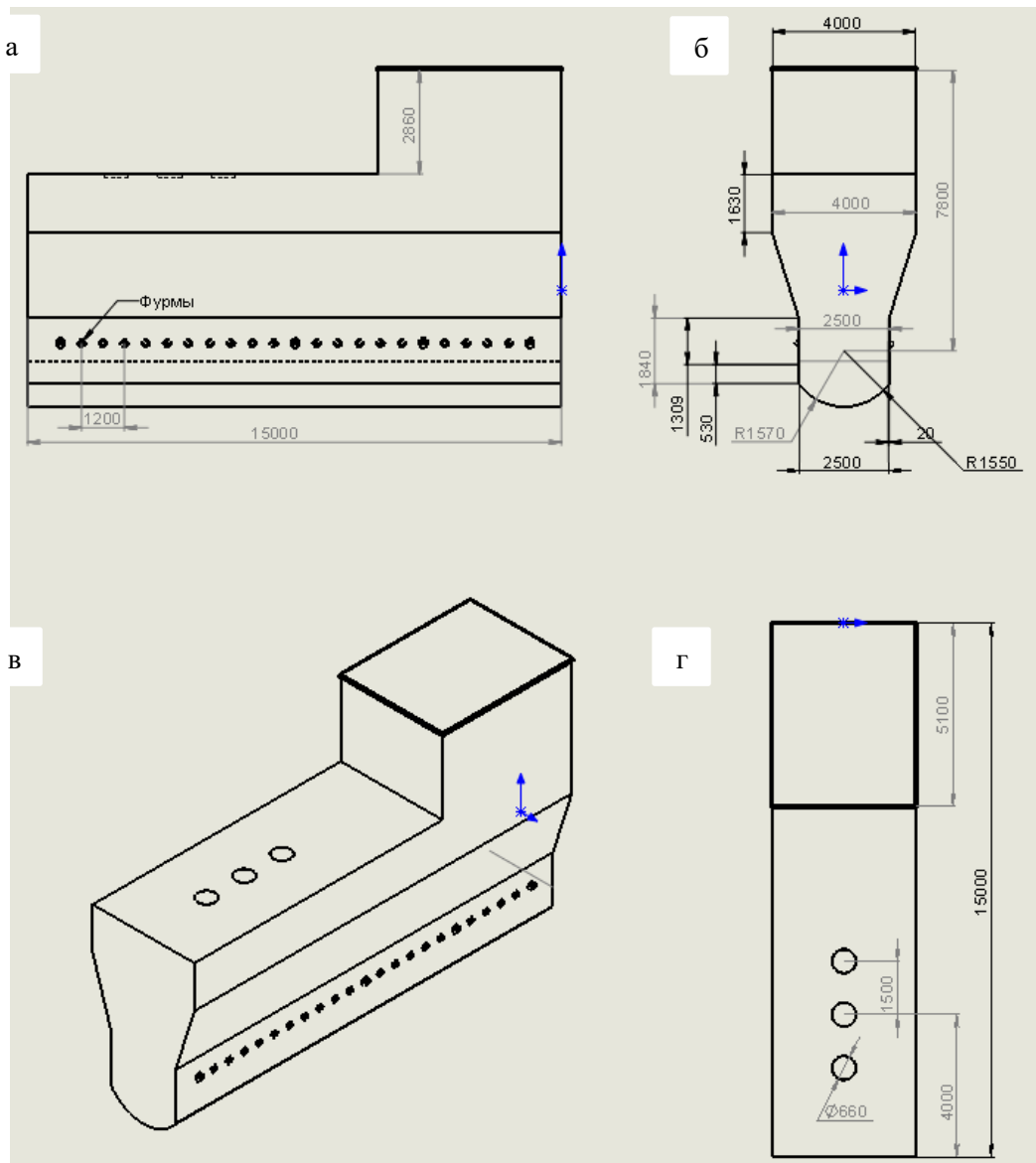


Рис. 2. Модель рабочего пространства печи Ванюкова:
а – продольный разрез по оси печи в модели; *б* – поперечный разрез по оси аптейка;
в – изометрия рабочего пространства печи; *г* – вид сверху на рабочее пространство печи
и аптейк

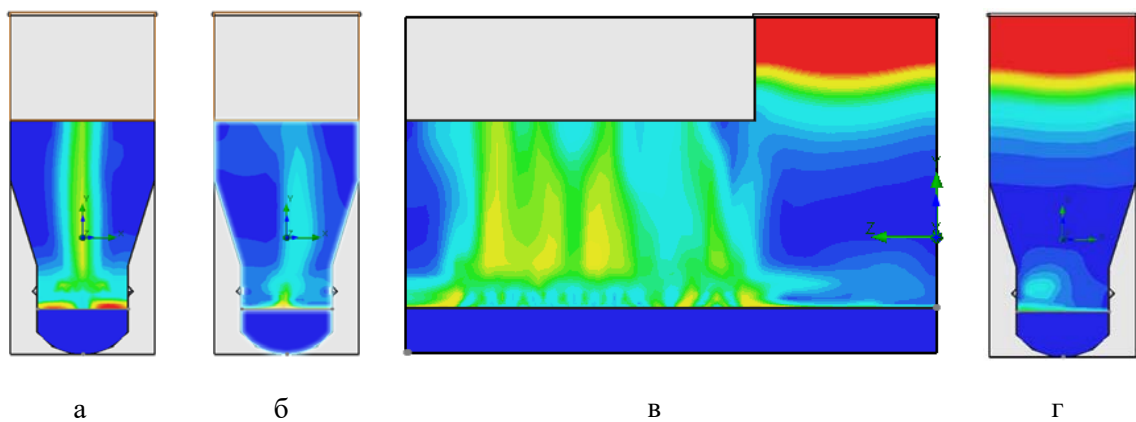


Рис. 3. Изменение скорости газовой среды в сечениях при действительном
режиме работы печи: *а* – поперечный разрез по оси завалочных отверстий;
б – поперечный разрез на входе в аптейк;
в – продольный разрез по оси печи; *г* – поперечный разрез по оси аптейка

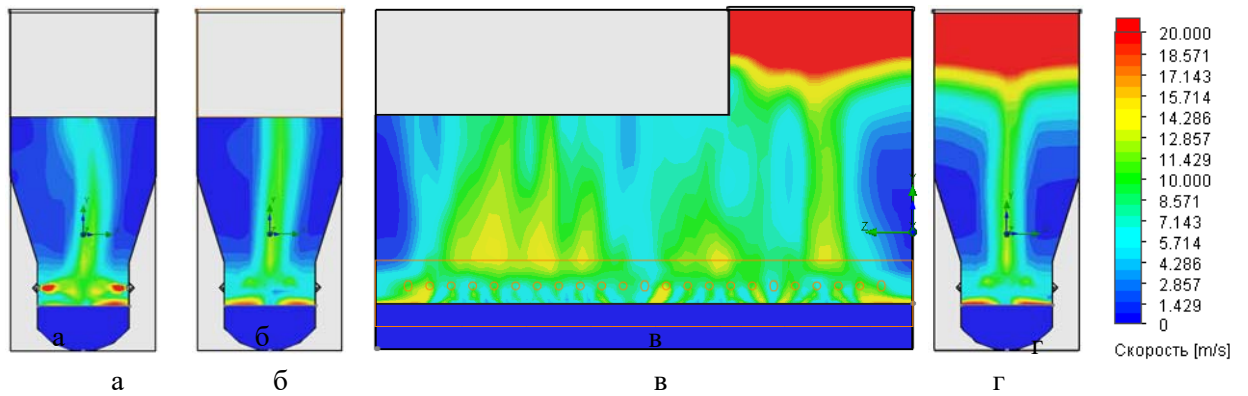


Рис. 4. Изменение скорости газовой среды в сечениях при проектном режиме работы печи: *а* – поперечный разрез по оси завалочных отверстий; *б* – поперечный разрез на входе в аптейк; *в* – продольный разрез по оси печи; *г* – поперечный разрез по оси аптейка

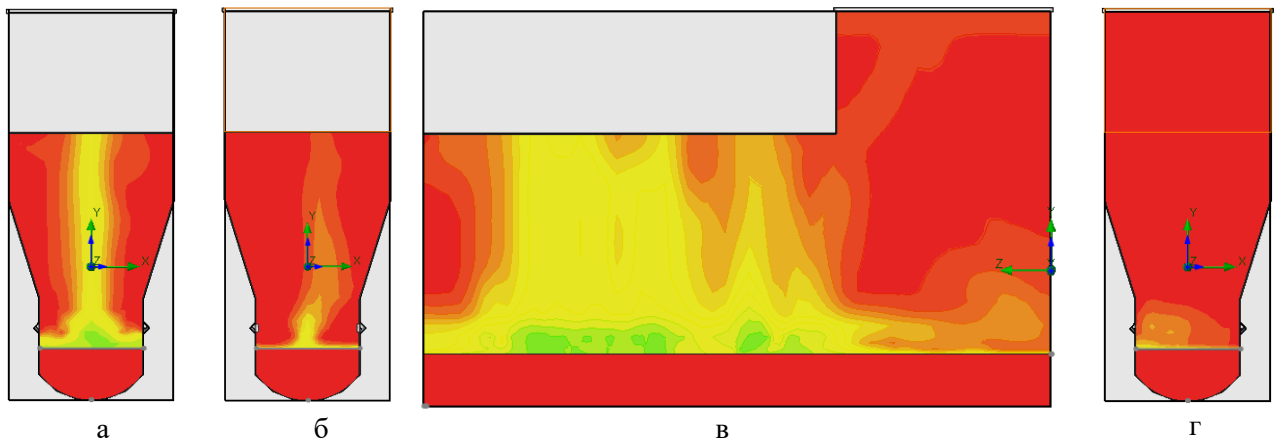


Рис. 5. Изменение плотности газовой среды в сечениях при действительном режиме работы печи: *а* – поперечный разрез по оси завалочных отверстий; *б* – поперечный разрез на входе в аптейк; *в* – продольный разрез по оси печи; *г* – поперечный разрез по оси аптейка

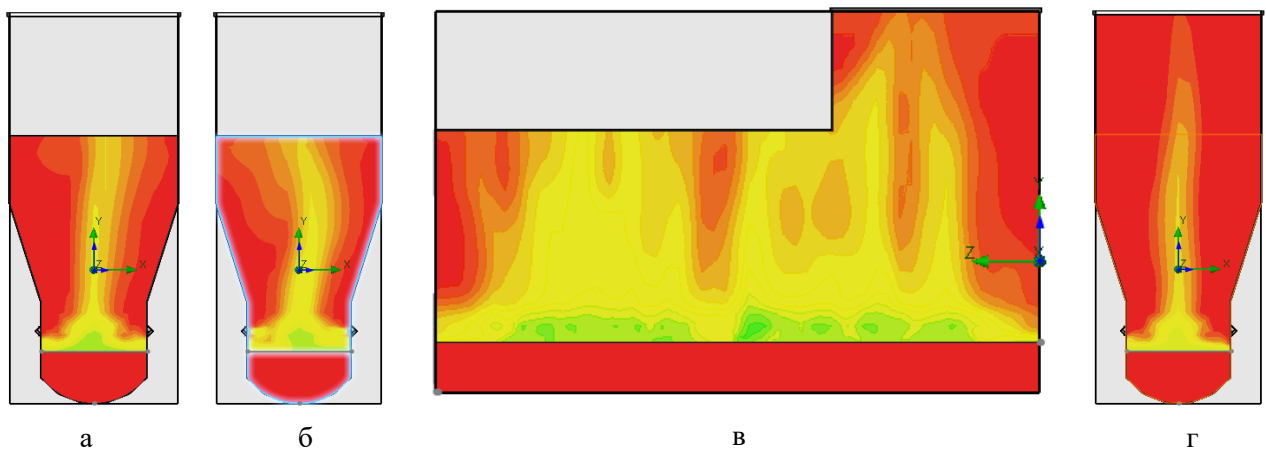


Рис. 6. Изменение плотности газовой среды в сечениях при проектном режиме работы печи: *а* – поперечный разрез по оси завалочных отверстий; *б* – поперечный разрез на входе в аптейк; *в* – продольный разрез по оси печи; *г* – поперечный разрез по оси аптейка

Список использованных источников

1. Платонов О.И., Васильев Ю.В., Рябко А.Г., Цемехман Л.Ш. // Цветные металлы, 2004, №2, с. 71.
2. Расчеты по металлургии меди и никеля / Б.П. Бледнов, В.Е. Дулынева. – Красноярск, 2004. – 120 с.
3. Плавка в жидкой ванне / А.В. Ванюков, В.П. Быстров, А.Д. Васкевич. – М.: Металлургия, 1988. – 208 с.
4. Тозик В.М., Данилов М.И., Потанаев В.А. // Цветные металлы, 2006, №11, с.19.

УДК 669.187.2:621.365.2:662.612.321/322

И. В. Глухов, Г. В. Воронов, В. А. Гольцев, И. В. Плесакин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ТЕПЛОВОЕ СОСТОЯНИЕ ДСП-120 ПРИ ЗАГРУЗКЕ И НАГРЕВЕ СЛОЯ ШИХТЫ

Аннотация

Выполнены статистический анализ и материальный баланс дуговой сталеплавильной печи (ДСП) емкостью 120 т для выплавляемой стали 35ГС при завалке шихтовых материалов двумя и тремя корзинами. В зависимости от насыпной плотности шихты оценены ее допустимый объем и масса при условии порционного заполнения рабочего пространства печи. Для загружаемых шихтовых материалов определены теплофизические свойства (теплопроводность, теплоемкость, температуропроводность) с учетом насыпной плотности и доли в загрузке. Рассчитан коэффициент теплоотдачи в объеме слоя шихты с учетом тепловыделения от сжигания природного газа, окисления углерода кокса свободным кислородом газовой среды и оксида железа и угара шихты.

Ключевые слова: дуговая сталеплавильная печь, шихта, насыпная плотность, теплопроводность, температуропроводность, теплоемкость, коэффициент теплоотдачи.

Abstract

The statistical analysis and material balance of an arc steel melting furnace (EAF) with a capacity of 120 tons for the melted steel of 35GS with filling of charge materials with two and three baskets are performed. Depending on the bulk density of the charge, its permissible volume and mass are estimated, provided that the working space of the furnace is partially filled. For loaded charge materials, the thermophysical properties (thermal conductivity, heat capacity, thermal diffusivity) are determined taking into account the bulk density and the share in the charge. A technique is proposed for calculating the heat transfer coefficient from the products of combustion of natural gas to the surface of a layer of charge materials.

Keywords: electric arc furnace, batch, bulk density, thermal conductivity, thermal diffusivity, heat capacity, heat transfer coefficient.

Современную дуговую сталеплавильную печь (ДСП) следует рассматривать как комбинированный тепловой объект, в котором совместно используют различные энергоносители: электрическую энергию, газообразное топливо (природный газ), окислитель (кислород) и твердое топливо (кокс) [1, 2]. Нагрев и расплавление шихты происходит за счет тепловыделения в электрической дуге, в факеле продуктов сгорания природного газа, при окислении углерода кокса свободным кислородом газовой среды и оксидами металлов и угара шихты.