

НЕСТАЦИОНАРНАЯ ПОДАЧА ВОЗДУХА В ТОПКУ

ВВЕДЕНИЕ

Общеизвестно интенсифицирующее воздействие нестационарной подачи воздуха в топку. Благодаря этому увеличивается тепловая мощность топок. Это имеет важное значение в теплоэнергетике, а именно в условиях увеличения доли использования местных видов топлива, которые, как правило, низкого качества. Таким образом, интенсифицируя процесс горения топлива, увеличивается эффективность топочного оборудования и эффективность использования этого топлива.

ФИЗИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОТОКА С ТОПЛИВОМ

Известны работы по газификации бурых углей, в которых рассмотрены процессы пульсирующего дутья с чередующимися циклами - фазой нагнетения и фазой разрежения [1]. Пульсирующее дутье может быть организовано за счет установки на воздухоподводящем и газоотводящем трубопроводах специальных пульсаторов, обеспечивающих прерывистую структуру газодинамических импульсов. Основным признаком такого импульса является существенная амплитуда давления и скорости потока. Воздействие каждого последующего импульса на газогенерирующую систему должно происходить не раньше, чем закончится переходный процесс в системе газообразования, вызванный предыдущим импульсом.

Кривая пульсаций может состоять из ряда импульсов, имеющих различную форму (прямоугольную, трапецеидальную, синусоидальную и др.) [1].

Гидродинамические процессы, при пульсирующем дутье, описываются системой квазилинейных гиперболических уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(\rho w) &= 0, \\ \frac{\partial p}{\partial t}(\rho w) + \frac{\partial}{\partial x}(p + \rho w^2) + \frac{\lambda}{2D} \rho w / w &= 0, \\ p &= \rho c^2, \\ 0 < x < 1, \\ t > 0, \end{aligned}$$

где X - координата вдоль оси канала; t - время; p , w , ρ - средние по сечению давление, скорость и плотность газа; D - диаметр канала; λ - коэффициент трения; c - скорость звука.

Начальные условия задаются в виде:

$$p_{(x,0)} = p_0 = \text{const},$$

$$w_{(x,0)} = w_0 = \text{const} (0 \leq x \leq l).$$

Граничные условия:

$$w_{(0,t)} = w_0 + w_x \sin wt,$$

$$p_{(l,t)} = p_0 \quad [1]$$

Здесь рассмотрена эффективность применения пульсирующего дутья в технологиях подземной газификации бурых углей.

Кроме того, были проведены работы по определению оптимальных режимов подачи воздуха в топку [2], в них определено сочетание длительности перекрытия воздушного потока со временем периода одного цикла. В результате была увеличена скорость воздушной струи, попадающей на топливо, что улучшает горение низкорекционного топлива, а также увеличение количества поданного воздуха, т.е. при том же избытке воздуха можно увеличить подачу топлива, значит - тепловую мощность топki, без затрат на установку новых тягодутьевых машин, увеличения расхода электроэнергии на собственные нужды [2].

При периодическом прерывании воздушного потока перед топкой длительность прерывания воздушного потока выбирают равной 0,1 ... 0,5 времени периода прерывания [2].

Был выявлен тот факт, что при прерывистой подаче воздуха в топку можно добиться различных режимов горения топлива. Когда воздушный поток перекрыт, происходит газогенерация (коэффициент избытка воздуха меньше 1), когда подается воздух (коэффициент избытка воздуха больше 1) происходит горение топлива и образовавшихся газов. Это позволяет в одном топочном объеме производить и газогенерацию и дожигание, что упростит конструкции топок для сжигания крупногабаритных и низкосортных топлив.

Таким образом, прерывистой подачей воздуха в топку можно добиться следующих эффектов:

- возможность подать больше воздуха, чем при стационарной подаче, что повысит тепловую мощность;
- улучшение доступа воздуха в слой горящего топлива;
- в одном топочном объеме можно осуществлять как газификацию твердого топлива, так и дожигание образовавшихся газов, что позволит упростить конструкцию топочного устройства.

Однако конструктивное оформление нестационарной подачи воздуха в топочные устройства встречается редко.

КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ПОДАЧИ ВОЗДУХА

Некоторые конструктивные решения реализации прерывистой подачи воздуха в топочные устройства, разработанные авторами, представлены ниже.

1. Роторная топка с прерывистой подачей воздуха [3].

Для обеспечения периодической подачи воздуха в топочный объем предлагается использовать механический прерыватель воздушного потока. На рис. 1 представлена схема топki с воздушным прерывателем, где: 1 - бункер; 2 - шнек; 3 - вал шнека; 4 - камера горения; 5 - перегородка; 6 - воздушный патрубок; 7 - заслонка; 8 - рычаг; 9 - ось рычага; 10 - лопасти ротора; 11 - груз; 12 - подвеска; 13 - направляющие; 14 - толкатель; 15 - крюки.

Работает прерыватель следующим образом.

В бункер 1 засыпается топливо, включается электропривод вала 3, через смотровой люк поджигается растопочное топливо (бумага, щепки и т.п.), предварительно внесенное в камеру сгорания 4. При вращении вала 3, толкатель 14 описывает кривую траектории под подвеской 12, которая перемещается в направляющих 13, и поднимает ее в верхнее положение вместе с грузом 11 над крюками 15. Когда конец толкателя 14 уходит из-под подвески 12, груз 11 падает вниз, бьет по заслонке 7 и открывает ее. В этот момент через патрубок 6 воздух попадает в камеру сгорания 4. Под действием тяги (самотяга или дымосос) воздух через патрубок 6 поступает в камеру сгорания 4, и топливо, подаваемое шнеком 2, интенсивно обдувается воздухом. За счет этого улучшается воспламенение и дожигание топлива.

2. Прерыватель подачи воздуха с соленоидом.

Поворотные заслонки приводит в движение соленоид вместе с пружиной (рис. 2). Заслонки поворачиваются тягой. Пока заслонки закрыты, происходит горение с коэффициентом избытка воздуха меньше 1, скапливаются газы. Как только заслонки открываются, воздух попадает в топку и горение теперь с коэффициентом избытка воздуха больше 1, происходит дожигание образовавшихся газов. Таким образом, топка периодически работает то в газогенераторном режиме, то в режиме слоевой топki.

3. Аэродинамический прерыватель подачи воздуха.

Аэродинамический прерыватель подачи воздуха работает следующим образом (рис. 3, а). Пластины вместе с закрученными лопастями вращаются за счет тяги в топке (самотяга или дутье), воздух через прорезь подается в топку. Пластины, вращаясь, периодически закрывают прорезь - прерывистая подача воздуха. В такой же воздушный короб можно поставить другой цилиндр для зонального изменения подачи воздуха (рис. 3, б).

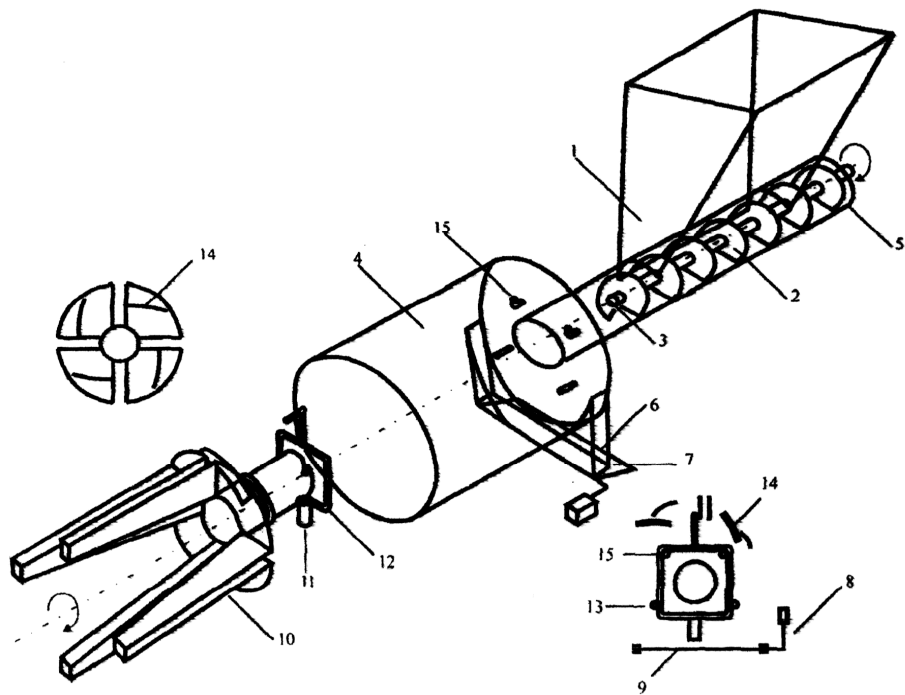


Рис. 1. Роторная топка с прерывистой подачей воздуха

Рис. 2. Прерыватель подачи воздуха с соленоидом

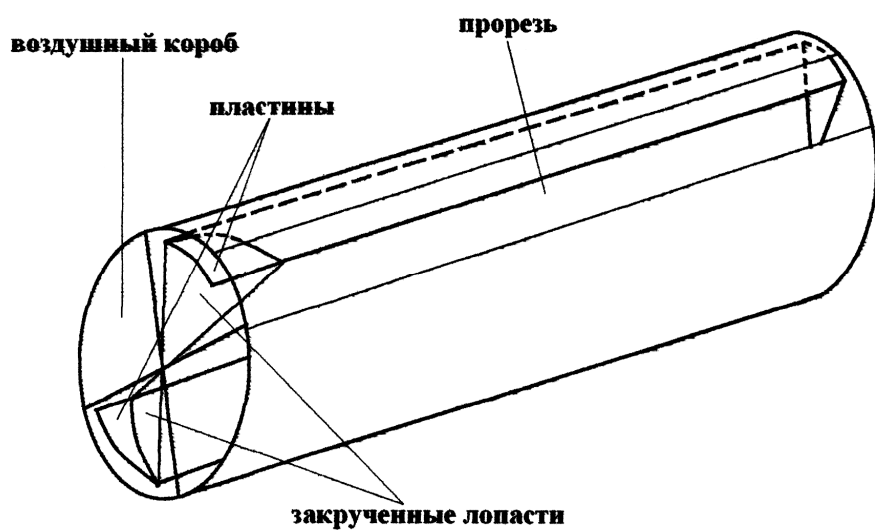
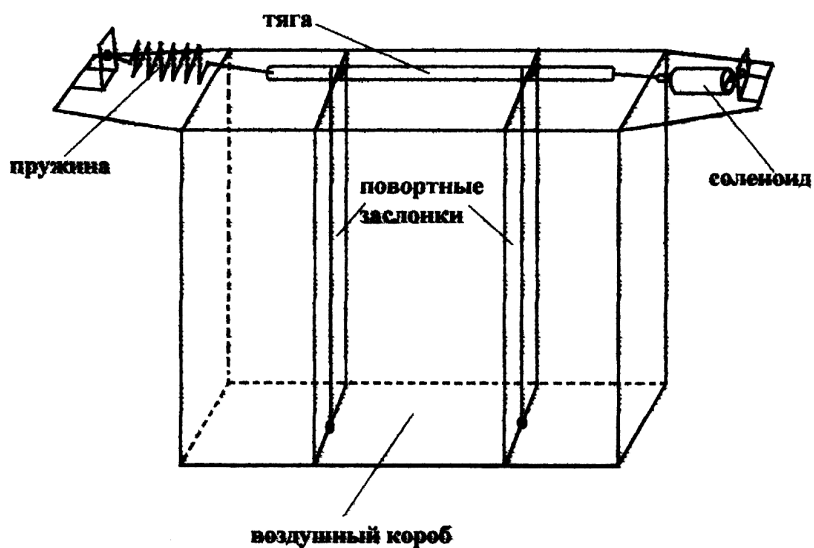
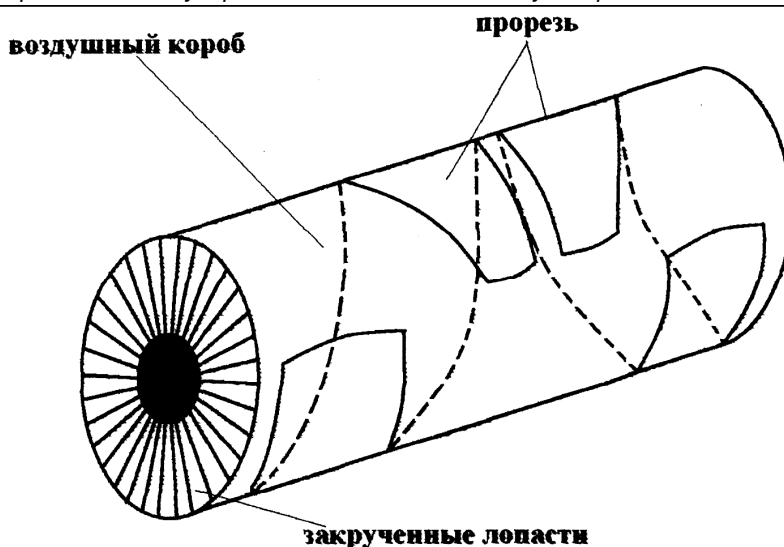


Рис. 3, а. Аэродинамический прерыватель подачи воздуха

Рис. 3, б. Аэродинамический зональный прерыватель подачи воздуха



ВЫВОДЫ

1. Показаны преимущества прерывистой подачи воздуха в топку перед стационарной.
2. Приведены некоторые конструктивные решения осуществления прерывистой подачи воздуха.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Пульсирующее дутье в теплотехнологиях подземной газификации бурых углей/ И.А.Бокун// Энергетика. - 2007. - №1. - С.61-64.
2. Патент РБ №5867 25.10. 2000 Северянин В.Р. Черников И.А.
3. Черников И.А. Повышение эффективности сжигания низкосортных топлив в топках кругового ворошения. – Брест: БрГТУ, 2004. - С. 90-92.

Материал поступил в редакцию 04.04.08

SEVERYANIN V.S., KUSHNERIK V.V. Air Unstability supply in furnace

New construction of air channal in furnace are show to generate unstability gas stream in furnace vilume.

УДК 621.187.142.001.42

Жихар Г.И., Закревский В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОНТАКТНОГО ВОДЯНОГО ЭКОНОМАЙЗЕРА

ВВЕДЕНИЕ

В условиях недостаточной обеспеченности Республики Беларусь собственными топливно-энергетическими ресурсами и роста цен на природный газ и мазут экономия топлива является важнейшей задачей энергетики страны.

Национальная стратегия устойчивого развития Республики Беларусь и Республиканская программа «Энергосбережение» указывают на необходимость изыскания новых экономичных и высокоэффективных технологий использования органического топлива в решении вопросов энергосбережения.

Задачи экономии топлива тесно связаны с проблемой защиты окружающей среды. Для решения задачи экономии топлива и снижения вредных выбросов в окружающую среду применяются контактные экономайзеры при сжигании газообразного топлива. Они позволяют повысить коэффициент использования топлива за счет использования теплоты уходящих газов и снизить выбросы оксидов азота в окружающую среду.

Между тем максимальное использование топлива возможно лишь при охлаждении продуктов сгорания природного газа ниже точки росы, соответствующей 50-60°C, и утилизации не только их физической теплоты, но и скрытой теплоты парообразования содержащихся в газах водяных паров, составляющей около 12-15% низшей теплоты сгорания топлива.

Принцип действия контактных водяных экономайзеров заключается в подогреве воды горячими продуктами сгорания при непосредственном их соприкосновении, т.е. при отсутствии разделительных стенок между теплоносителями и подаче воды в поток дымовых газов.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И АНАЛИЗ ТЕПЛОМАСООБМЕНА И ГИДРОДИНАМИКИ В КОНТАКТНЫХ ВОДЯНЫХ ЭКОНОМАЙЗЕРАХ

Тепло- и массообмен между дымовыми газами и водой при их непосредственном соприкосновении происходит благодаря разности температур и парциальных давлений водяных паров [1-3].

В общем случае по высоте контактной камеры экономайзера образуются три зоны по ходу движения газов.

Первая зона – это испарение при постоянной температуре воды (зона установившегося испарения).

Вторая зона – это испарение при изменении температуры воды.

Третья зона – это конденсация.

Процесс в каждой зоне отличается от процессов, протекающих в других зонах как качественно, так и количественно.

Баланс теплоты для каждой зоны может быть записан в следующем виде

$$Q_r = Q_B + Q_5, \quad (1)$$

где Q_r - теплота, отданная газами, кДж/ч;

Q_B - теплота, воспринятая водой, кДж/ч;

Q_5 - потери теплоты в окружающую среду, кДж/ч.

Теплота, отданная газами, равна

$$Q_r = Q_r^{\Phi} + Q_{г.в.}^{\Pi},$$

Жихар Г.И., доктор технических наук, профессор Белорусского национального технического университета.

Закревский В.А., аспирант Белорусского национального технического университета.

пр. Независимости, 65, БНТУ, 220013, г. Минск, Беларусь.