

Дышко А.В., Климович А.В., Ястребкова В.П.

## ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИЕ УСТАНОВКИ СО СЛОЕВЫМ ПУЛЬСИРУЮЩИМ ГОРЕНИЕМ

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13*

Способы увеличения производительности таких процессов, как горение и теплообмен в топливо-использующих агрегатах обычными способами почти исчерпаны. В связи с этим актуальным способом сжигания топлив является слоевое пульсирующее горение.

При слоевом способе сжигания топливо находится на специальной колосниковой решетке, обычно движущейся непрерывно или пульсирующе. Необходимый для горения воздух подается в слой топлива через колосниковую решетку, на которой происходит горение топлива. Вследствие движения решетки или специального устройств слой топлива на ней перемешивается. Этим обеспечивается равномерное и интенсивное горение топлива и удаление шлака.

Устройства, работающие по принципу камеры пульсирующего горения имеет ряд достоинств:

- чрезвычайно высокая плотность тепловыделения;
- высокая интенсивность конвективного теплообмена;
- сниженный расход энергии на воздушный наддув по сравнению с обычными топками;
- малый коэффициент избытка воздуха;
- очистное воздействие на теплообменные поверхности от наружных загрязнений.

Недостатками же данных устройств являются:

- шум;
- вибрации.

Благодаря Паулю Рийке мы знаем, что если в вертикально расположенную трубу поместить нагретую докрасна сетку на  $\frac{1}{4}$  её высоты снизу, то в трубе происходит самовозбуждение звуковых колебаний. Частота колебаний газа в трубе определяется соотношением:

$$f = \frac{c}{2L},$$

где  $c$  – скорость звука в трубе;

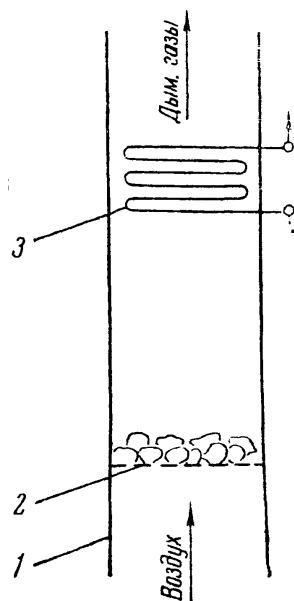
$L$  – длина труб.

В исследуемом процессе сетка заменена слоем горящего кускового твердого топлива, а сочетание слоевого горения с продольными колебаниями газа и есть слоевое пульсирующее горение.

Основная задача настоящих исследований заключалась в выявлении возможностей существования пульсационных режимов при конструктивных изменениях и режимных воздействиях с целью отработки топочного устройства.

Исследования проводились на трубах-топках с разными диаметрами и длинами. Колосниковые решетки изготавливались из листовой стали со сверлениями. Трубы устанавливали вертикально (рис.1). В исследованиях применялось следующее органическое топливо: дрова, кокс, натуральный уголь. В ходе опытов изменялись: расположение колосниковой решетки (разная высота); конструкция колосниковой

решетки (конус вершиной вверх, конус вершиной вниз, спираль); дутье (сосредоточенной и равномерной струёй), расположение отражателей (сверху и снизу), конфигурация канала. Рассматривались случаи с топливной течкой и тепловоспринимающими элементами. Топливо воспламенялось внешним факелом.



1 – вертикальная шахта; 2 – колосниковая решетка;  
3 – конвективная трубчатая поверхность нагрева

Рис.1 Схема нагревателя со слоевым сжиганием топлива в пульсационном режиме.

В ходе проведенных опытов было определено, что:

1) режим существует при определенном расположении слоя топлива, толщина слоя не должна превышать два калибра трубы, диапазон оптимального расположения решетки тоже порядка двух калибров;

2) форма решетки почти не влияет на существование пульсационного режима;

3) изгибание трубы-топки не ухудшает пульсационного режима: как со стороны подачи воздуха, так и со стороны отвода газов. Установка изгибов почти не влияет на горение: газ после трубы можно направить отражателем даже вниз без нарушения акустики. Возможно наклонное и даже горизонтальное расположение трубы с принудительной подачей воздуха. Допустимо изменение сечения топки;

4) дутье интенсифицирует пульсационный режим, причем дутье равномерной струёй более эффективно, чем сосредоточенной;

5) резкое усиление режима при определенном расположении отражателя снизу. Зазор между нижним срезом трубы и плоским листом порядка 0,01 – 0,02 м при этом амплитуда колебаний возрастает и увеличивается скорость горения. Такой эффект сравним с подачей дутья;

6) установка топливной течки сбоку трубы-топки для непрерывной подачи топлива не ухудшает режима даже в том случае, когда эта течка открыта;

7) если топливо горит высоко над решеткой (застревает в трубе), режим срывается. Режим особо устойчив, когда кокс и уголь становятся красными беспламенными горячими телами. При горении летучих пламя, колеблясь, опускается ниже решетки. При растопках из топки идет дым, после выхода на устойчивый режим дымление прекращается. При дожигании слоя топлива вверх выносятся мелкие угли, поэтому для предотвращения уноса желательна вторая колосниковая решетка. Что

предотвращает потерю тепла на нагревание излишнего воздуха перед его подачей в топку котла.

8) внесение в объем трубы-топки посторонних тел не ухудшает пульсационного режима, поэтому вполне возможна установка теплообменника над решеткой.

Количественно процесс характеризуется следующими данными: частота пульсаций 72 - 75 Гц; амплитуда колебания давления (оценка) 500-1000 Па; средняя температура газов в трубе 600-900 К; средняя скорость газов 3-10 м/с. Напряжение зеркала горения (в  $\frac{\text{МВт}}{\text{м}^2}$ ): горение без пульсаций 0,9-1; слоевое пульсирующее горение без дутья 1,2-1,4; то же с дутьем 1,82-2,05; слоевое пульсирующее горение без дутья с отражателем снизу 1,8-2,0. Тепловая мощность с увеличением диаметра растет примерно параболически. Коэффициент избытка воздуха, рассчитанный по скорости воздуха в нижней части трубы и расходу угля, составил 1,5-2,3.

Таким образом, в резонансную трубу можно помещать поверхности нагрева, что не ухудшает пульсационного режима. При этом его наличие ускоряет сгорание топлива по сравнению с режимом без пульсаций в 2-3 раза. Предварительные проработки подтверждают возможность сооружения высокофорсированных, экономичных нагревателей различно типа.

*Список использованных источников:*

1. Северянин В.С. Об использовании слоевого пульсирующего горения. – научные и прикладные проблемы энергетики, 1980.
2. Северянин В.С. О нагревателях с пульсирующим горением. – Изв. вузов СССР. Сер. Энергетика, 1974, № 5.

**Курись А.Г., Антонович А.А.**

### **ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОТОПЛЕНИЕ В МНОГОЭТАЖНОМ ДОМЕ**

*Брестский государственный технический университет, студенты факультета инженерных систем и экологии специальности теплогазоснабжение и вентиляция группы ТВ-13*

В последнее время все большее внимание уделяется поиску нетрадиционных способов теплоснабжения. Одним из таких способов является электрическое отопление. Электроотопление — один из альтернативных путей решения проблемы энергосбережения в системе ЖКХ.

*Преимущества*

Температурный комфорт: потребитель имеет возможность устанавливать в каждом помещении нужную ему температуру, сам решает, сколько ему требуется тепла, и не испытывает дискомфорт от сезонных и других перебоев в теплоснабжении.

Энергосбережение: потери электроэнергии при ее транспортировке по линиям электропередач можно даже не принимать во внимание при сопоставлении с потерями центрального отопления. Отсутствуют потери отдачи излишнего тепла.

Простота эксплуатации: практически отсутствуют затраты на техническое обслуживание. Имеется возможность оперативно корректировать программы работы электрических приборов совместно с системой «Умный дом».