

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СЖИГАНИЯ ГАЗА В ВИХРЕВЫХ ТОПКАХ

*Национальная академия природоохранного и курортного строительства,
Симферополь, АР Крым*

*Рассмотрен способ организации сжигания газового топлива в
вихревых топках жаротрубных котлов*

Сжигание газа, топки, жаротрубные котлы, теплообмен

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях сложившихся политической и экономической ситуаций остро встала угроза топливно-энергетического кризиса. Для избегания этого необходимо эффективно использовать ресурсы страны. После принятия Верховной Радой Украины закона «Об энергосбережении» разумное, экономически выгодное сжигание полезных ископаемых стало главной задачей развития отрасли. Выполненные в последние годы исследования показали, что теплогенерирующие установки большую часть времени работают в условиях неполной нагрузки ввиду особенностей подбора оборудования [11]. Наиболее перспективно увеличить коэффициент использования топливных ресурсов за счет увеличения КПД теплогенерирующих установок в нестационарных режимах путем улучшения аэродинамики топок котлов при взаимодействии закрученных потоков.

Эффективность работы децентрализованных систем отопления в первую очередь зависит от применяемых водогрейных котлов. Основными требованиями, предъявляемыми заказчиком к такому оборудованию, являются надежность, безопасность, приемлемое соотношение цена/качество и экономичность. И если перечисленные условия выполняются фирмами-производителями достаточно успешно, то экономичность, особенно в условиях неполной нагрузки существенно разниться в зависимости от организации сжигания топлива.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ.

В газодинамике вихревых течений известно такое нетривиальное явление, как эффект Ранка (эффект Ранка-Хилша, или вихревой эффект), заключающийся в том, что в вихревых трубах достаточно простой геометрии происходит разделение потока газа на два, один из которых периферийный имеет температуру выше температуры исходного газа, а второй центральный соответственно ниже. Этот эффект выглядит еще

более парадоксальным, если учесть, что, как и в случае вихревой стабилизации газовых разрядов [1], архимедовы силы должны были бы привести к "всплытию" в центре вихря более горячего газа.

Эффект температурного разделения газов был обнаружен Ранком в 1931 г. при исследовании процесса в циклоне-пылеуловителе [2]. После Второй мировой войны началось интенсивное экспериментальное и теоретическое исследование этого эффекта, которое не прекращается и по сей день. Техническая простота эффекта стимулировала активность изобретателей. Опираясь в своей работе на часто весьма сомнительные теории или действуя эмпирически, они нашли массу способов усовершенствования первых вихревых труб, а также чрезвычайно расширили область их применения.

Спектр разработанных и применяющихся устройств, использующих вихревой эффект, чрезвычайно широк [3-5], а их возможности впечатляющи. Так, "в лучших конструкциях, предназначенных для получения холода, температура на оси достигает приблизительно -200°C при исходной комнатной температуре" [6]. Кроме того, эффект Ранка обсуждался в книгах по проблемам вихревого движения [7-10].

ОРИГИНАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Целью настоящей работы является совершенствование теплогенерирующих установок малой мощности путем использования аэродинамики закрученных потоков. Большая часть исследований вихревого эффекта проводилась с использованием воздуха, но не меньший интерес представляет его изучение на других газах.

С этой целью в работе [12] проводилось сравнительное исследование вихревой трубы на различных газах: воздухе, метане, углекислом газе и аммиаке, имеющих заметно отличные физические свойства. Поставленная цель достигалась путем моделирования процессов сжигания газообразного топлива в топочной камере с помощью программы программных комплексов и натуральных экспериментов на испытательном стенде.

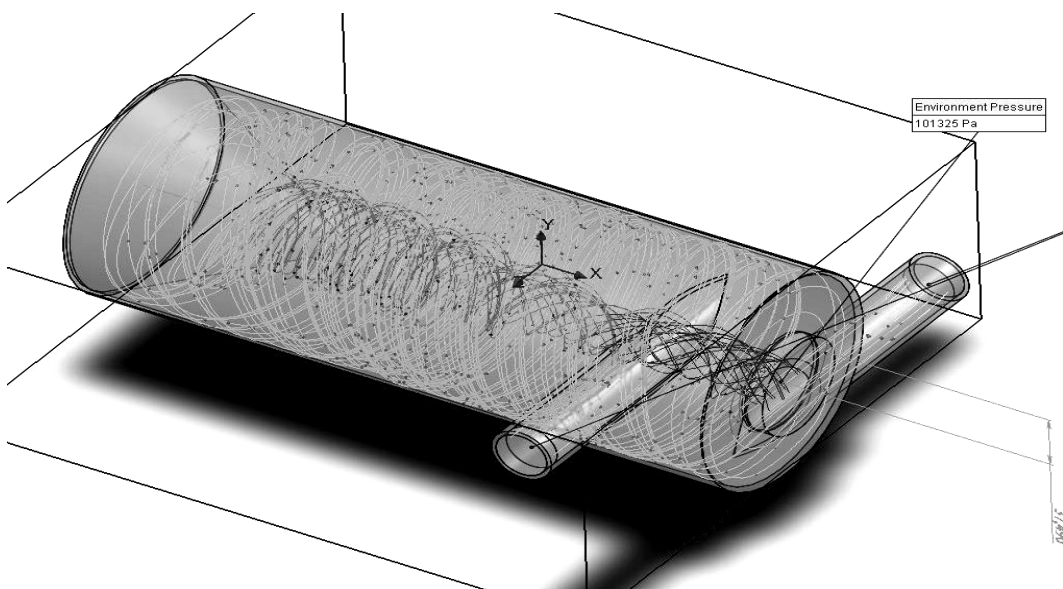


Рис. 1 Линии токов в модели

Параметры потока: Скорость к нормали: 30 м/с Угловая скорость: 5 rad/s Радиальная скорость: 30 м/с Температура: 1593.2 К

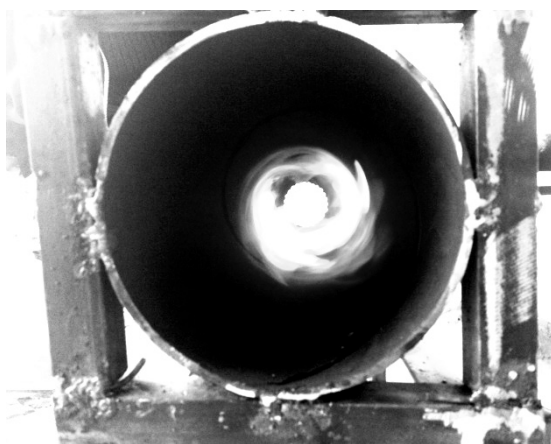


Рис. 2 Испытательный стенд

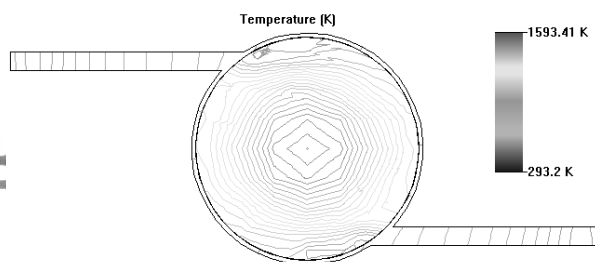


Рис. 3 Поле температур в сечении тангенциальных патрубков

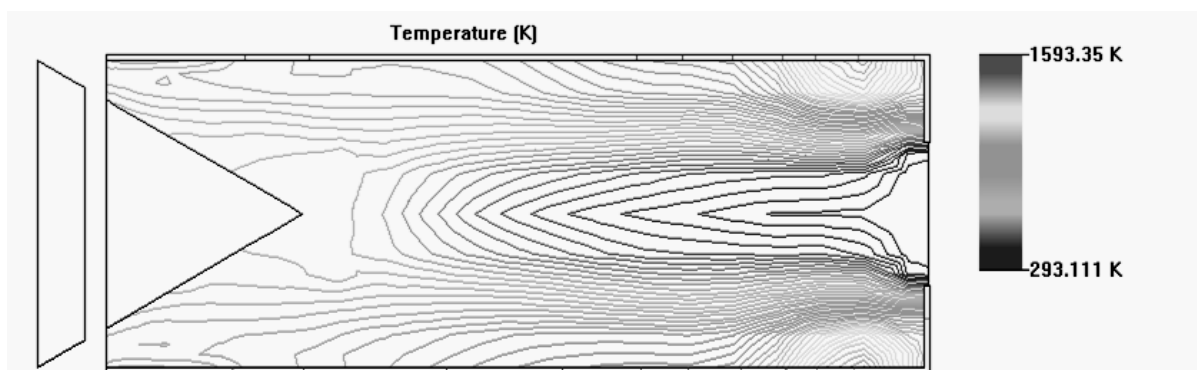


Рис.5 Поле температур в продольном сечении

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Результаты экспериментов и компьютерного моделирования показали, что при работе вихревой трубы можно получать два потока

продуктов горения с регулируемые термодинамическими параметрами, которые можно использовать для нескольких технологических процессов (различных потребителей тепла).

ВЫВОДЫ

1. Предложен способ организации сжигания топлива в топках жаротрубных котлов, заключающийся в оптимальном расположении горелок.
2. Полученная картина линий токов в топке позволила улучшить конструкцию топки, в результате чего были исключены локальные зоны застоя в топочном пространстве, что позволило повысить эффективность использования поверхностей нагрева.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования эффекта Ранка нельзя считать законченными, даже если предлагаемая гипотеза покажется приемлемой большинству исследователей. Требуется еще проведение как теоретических, так и экспериментальных изысканий для придания ей статуса теории. В качестве теоретических задач на первый план выдвигается необходимость построения более строгой модели энергетического разделения с учетом таких факторов, как

- кинетика движения микрообъемов и обмена кинетической энергией;
- реальное, зависящее от начальных условий, распределение микрообъемов по величине поступательной скорости;
- поступление в центральную часть потока турбулентных образований из пограничного слоя;
- зависимость поступательной скорости выходящего из трубы газа от радиуса.

ЛИТЕРАТУРА

3. Гольдштик М Л (Ред.) Вихревая термоизоляция (Новосибирск: Наука, 1979)
4. Ranque G J ./ Phys. Radium 4 112 (1933)
5. Меркулов Л П Вихревой эффект и его применение в технике (М.: Машиностроение, 1969)
6. Суслов Л Д и др. Вихревые аппараты (М.: Машиностроение, 1985)
7. Зайцев О.Н. Управление аэродинамической обстановкой в рабочем объеме теплогенерирующих установок.// Вісник ОДАБА №7, 2002, с. 60-64