

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК МАЛОЙ МОЩНОСТИ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ АЭРОДИНАМИКОЙ ТОПКИ

Климец Е.А.

Научный руководитель – к.т.н. Гераскина Э.А.

Статья посвящена анализу повышению эффективности работы отопительных жаротрубных котлов в условиях снижения теплопотребления в системе отопления с качественным регулированием путем использования вихревого эффекта.

В современных условиях остро встала проблема топливно-энергетического кризиса. Изношенность тепловых сетей и низкое качество тепла, предоставляемого потребителю, побуждает последнего отказываться от централизованного теплоснабжения в пользу децентрализованного. Также централизованное теплоснабжение инерционно ввиду технических особенностей (задержка поставки тепла в начале отопительного периода и отключения в конце). Эта проблема решается установкой индивидуальных теплогенерирующих установок. Выполненные в последние годы исследования показали, что теплогенерирующие установки большую часть времени работают в не номинальном режиме ввиду особенностей подбора оборудования. Наиболее перспективно увеличить коэффициент использования топливных ресурсов за счет увеличения КПД теплогенерирующих установок в нестационарных режимах. Это достигается путем улучшения аэродинамики топок котлов при взаимодействии закрученных потоков.

Для упрощения исследования влияния расположения взаимодействующих закрученных потоков в топочном пространстве теплогенерирующих котлов малой мощности был использован пакет программ CosmosFloWork на основе программного обеспечения SolidWork. Данная программа применяется для расчета гидро-, аэродинамических и тепломассообменных процессов используя уравнение неразрывности Навье-Стокса для вязкого идеального газа [1].

Для исследования влияния геометрии топочного пространства на ее аэродинамику была создана компьютерная модель топки (рис. 1) со следующими параметрами:

- Размер топки 500*500*500мм

- Диаметр сопла горелки 50мм
- Диаметр газохода для продуктов сгорания 100мм
- Количество горелок 2
- Температура входящего потока газов 1593К
- Скорость потока по нормали 15м/с
- Скорость потока угловая 100 рад/с
- Радиальная скорость 55 м/с
- Варьировались следующие параметры:
- Угол наклона (горизонтальный) горелок относительно стенок топки
- Расстояние между осями горелок в свету
- Геометрическая форма топки

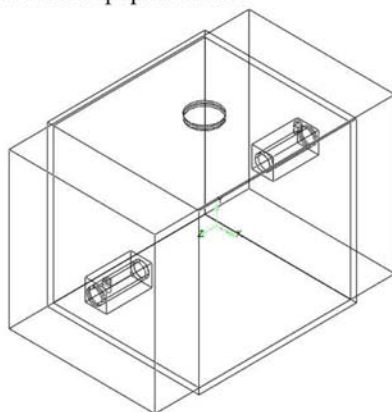


Рис.1 Стандартная топка со сжиганием газа во встречных закрученных потоках со смещением в горизонтальной плоскости

Стандартная топка со сжиганием газа во встречных закрученных потоках со смещением в горизонтальной плоскости

Смещение горелок в свету $2d$ (100мм). Численное моделирование показало, что при данной конфигурации топки и расположении горелок образуются локальные зоны перегрева и недогрева (Рис.2). Это негативно сказывается на работе теплогенерирующего оборудования. Пики на графике распределения давления показывают увеличение давления в местах аэродинамических сопротивлений где наблюдаются зоны недогрева тепловоспринимающих поверхностей (Рис.2.1). На графике распределения температур по длине траектории четко вырисовываются траектории частиц в зонах недогрева (Рис.2.2). На графике распределения скорости по длине траектории резкое падение величины скорости обусловлено встречным ударом двух

взаимодействующих закрученных потоков, что негативно влияет на теплопередачу.

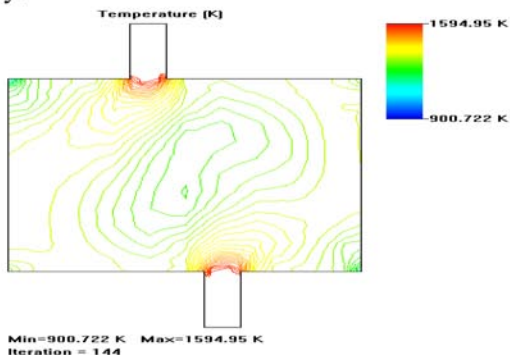


Рис.2. Поле температур в первой модели топки

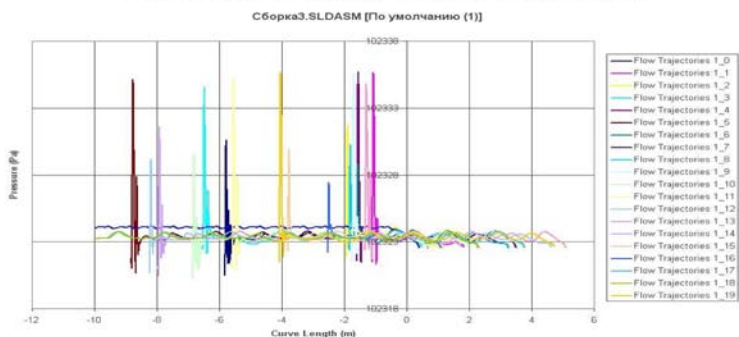


Рис.2.1 Распределение давления по траектории в первой модели
ТОПКИ

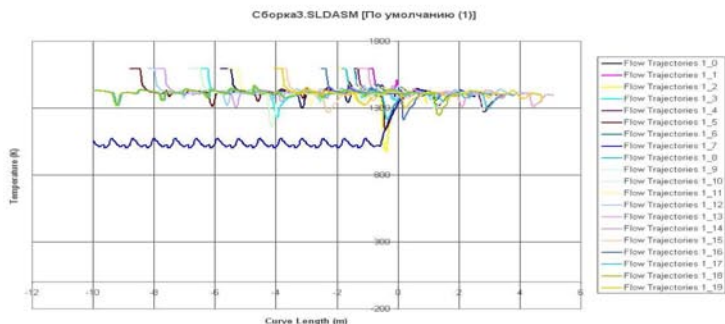


Рис.2.2 Распределение температур по траектории в первой модели
ТОПКИ

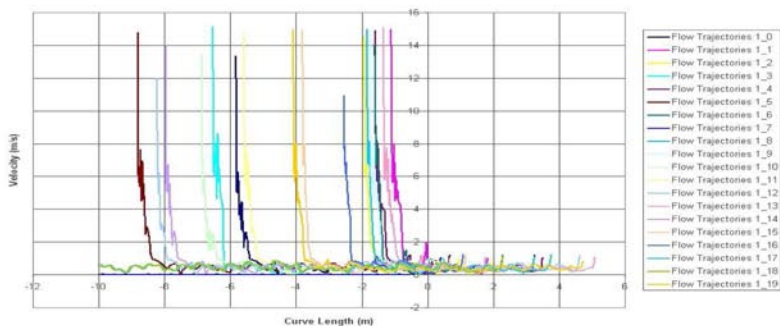


Рис.2.3 Распределение скорости по траектории в первой модели топки

Стандартная топка со сжиганием газа во встречных закрученных потоках с горизонтальным углом подвода горелок

Изменив горизонтальный угол наклона горелок в топке при неизменных остальных начальных условиях, получили существенно другую картину распределения линий токов в топочном пространстве (Рис.2.4). Минимум температур смещается к центру топки вследствие возникновения вихревого движения в топочном пространстве. Максимум температур находится в пристенном слое, что интенсифицирует теплообмен, однако на ребрах топки продолжают образовываться зоны недогрева. Распределение температур по траектории частиц уже без заметных «провалов» что свидетельствует об уменьшении локальных зон недогрева (Рис.2.5). Ввиду того, что закрученные потоки не взаимодействуют в той мере как в первой конфигурации топки (соударение) скорость движения продуктов сгорания увеличилась практически на порядок, что само по себе интенсифицирует теплообмен (Рис.2.6).

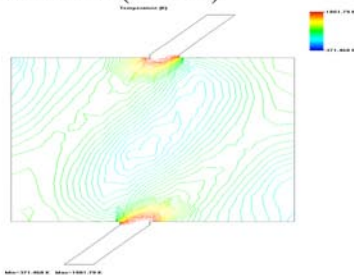


Рис.2.4 Поле температур во второй модели топки

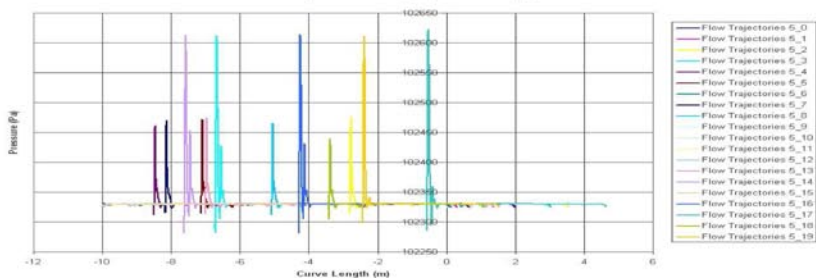


Рис.2.5 Распределение давления по траектории во второй модели топки

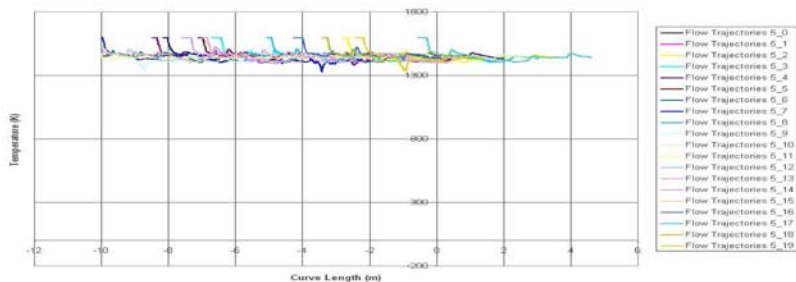


Рис.2.6 Распределение температур по траектории во второй модели топки

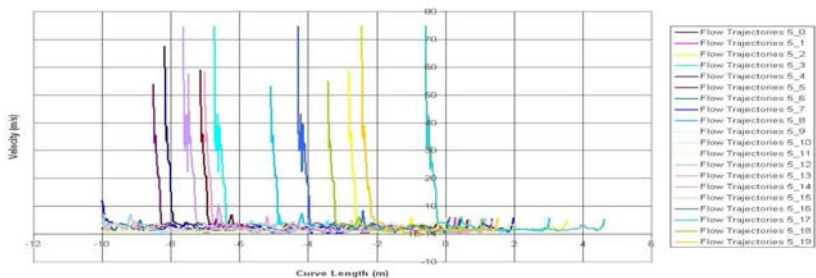


Рис.2.7 Распределение скорости по траектории во второй модели топки

Модель с измененной геометрией топки

Исключив места образования вторичных вихрей путем локального округления их образования удалось достичь расположения максимума температур в пристенном слое, а минимум температур в центре топочного объема, тем самым существенно улучшив аэродинамику котла в целом (Рис 2.8). Также имеет место быть вихревой эффект о чем свидетельствуют графики распределения скорости и температур (Рис. 2.9-2.11)

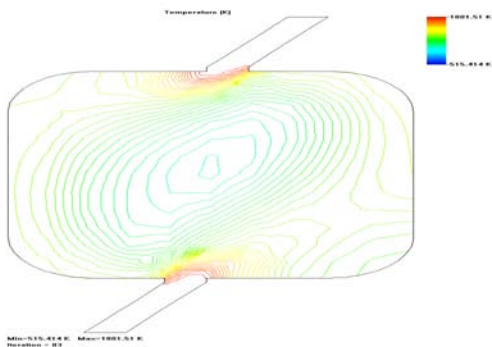


Рис.2.8 Поле температур в третьей модели топки

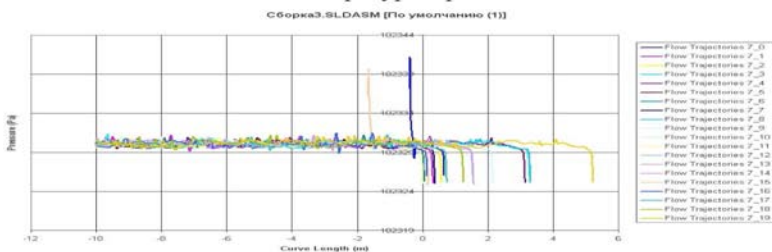


Рис.2.9 Распределение давления по траектории в третьей модели топки

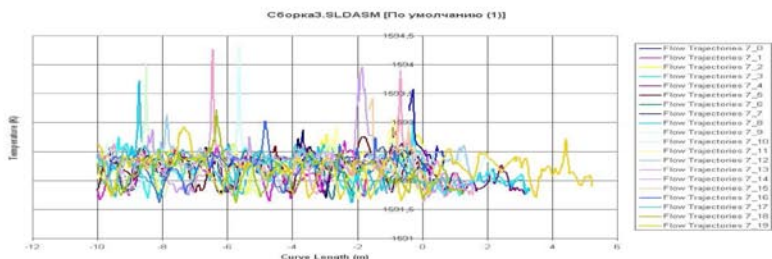


Рис.2.10 Распределение температур по траектории в третьей модели топки

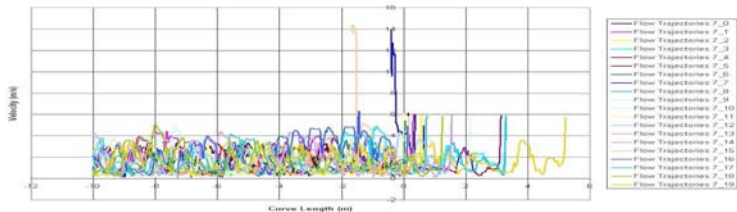


Рис.2.11 Распределение скорости по траектории в третьей модели топки

В результате компьютерного моделирования было выявлено, что наиболее эффективно организация сжигания топлива в топках жаротрубных котлов осуществляется двумя закрученными струями, расположенными противоположно друг другу со смещением в горизонтальной плоскости и угла наклона горелки к нормали внутренней поверхности топки происходит наиболее оптимальное распределение скоростей и температур в объеме топки; оптимальные форму топки жаротрубных котлов и расположение горелок, при которых минимум температур находится в центре топки, а максимум — в пристенном слое, что интенсифицирует процесс теплообмена продуктов сгорания с рабочим телом.

Выводы

На основании анализа существующих конструкций топок жаротрубных отопительных котлов малой мощности выявлено, что низкая эффективность последних обусловлена в 90% времени отопительного сезона работой в диапазоне мощности от 10% до 70% от номинальной производительности. Это вызвано существующими методами подбора оборудования и совместной работой с системами отопления с количественным регулированием теплоносителя. К тому же выявлено, что для эффективной работы системы отопления необходимо снижение инерционности теплогенерирующего оборудования.

Проанализировав полученные данные с помощью компьютерного моделирования, было выявлено, что:

- для увеличения диапазона регулирования теплопроизводительности котлов малой мощности целесообразно использовать несколько горелок за счет увеличения локальных скоростей продуктов сгорания вдоль поверхности топки;

- при использовании двух тангенциально расположенных горелок с закрученными потоками результирующие поля скорости и температуры зависят не только от параметров потока и продуктов горения, а в большей степени от конфигурации топочного пространства, при этом наблюдаются зоны застоя с образованием вторичных вихрей в торцевых частях камеры;

- при тангенциальном подводе закрученных потоков в объем модифицированной топки, заключающейся в локальном округлении мест образования вторичных вихрей, наблюдается явное разделение местоположения в объеме максимума\минимума температур, что исключает образование локальных зон перегрева\недогрева на теплообменных поверхностях.

Полученная зависимость позволяет определить положение максимума температур по отношению к тепловоспринимающей поверхности.

Было выявлено, что при увеличении частоты прецессии вихревого ядра максимум температур приближается к стенке топки, что позволяет сделать вывод о граничной величине частоты прецессии для удержания максимума температур в пристенном слое. Также выявлено, что увеличение расхода газа при данной аэродинамической схеме в топке котла отдаляет максимум температур от стенок топки, что уменьшает градиент температур «продукты горения - теплоноситель».

Литература

1. Ветошкин А.Г. Защита атмосферы от газовых выбросов. - Донецк: АВОК-ПРЕСС, 2004.-127с.
2. Ратушняк Г.С., Лялюк О.Г. Засоби очищення газових викидів. – Київ ІВНВКП «Укреліотех», 2009 -204 с.

УДК 556.532: 502.7

ЕКОЛОГО-ІРИГАЦІЙНЕ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД В БАСЕЙНІ РІЧКИ ДЕСНА

Коваленко М.В., гр. ВтаПБ - 400.

Науковий керівник – доц. Блажко А.П.

В даній статті викладено результати еколого-іригаційного оцінювання якості поверхневих вод в басейні р. Десна за період з 1995-2006 рр, з метою використання води для рибогосподарського